



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

POSOUZENÍ TECHNICKÉHO STAVU STOKOVÉ
SÍTĚ V OBCI

ASSESSMENT OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE SEWER SYSTEM IN THE
VILLAGE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martina Krulová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR HLUŠTÍK, Ph.D.

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství obcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Martina Krulová
Název	Posouzení technického stavu stokové sítě v obci
Vedoucí práce	Ing. Petr Hlušík, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- [1] Pasportizační podklady pro vybranou oblast zdravotně-technické infrastruktury
- [2] LARRY W. MAYS. Stormwater collection systems design handbook. McGraw-Hill. 2001. ISBN 0-07-135471-9
- [3] Wastewater Technology Fact Sheet : Sewers, Pressure. In MEYERS, F.E. [online]. Niskayuna, NY : EPA U.S., 9/2002. <http://nepis.epa.gov/epa/832-pf-02-006>
- [4] STRÁNSKÝ, D., et al. Metodická příručka - Posouzení stokových systémů urbanizovaných povodí. In OPZP.cz [online]. 2009 [cit. 2012-11-25]. <http://opzp.cz>
- [5] HLAVÍNEK, Petr. MIČÍN, Jan. PRAX, Petr. Příručka stokování a čištění, NOEL 2000, 2001, 251 s., ISBN 80-86020-30-4.
- [6] Městské standardy pro kanalizační zařízení.
- [7] ČSN EN 13508. Zjišťování a hodnocení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek, Český normalizační institut, Praha, 2011 a 2013.
- [8] Související normy a legislativní podklady.
- [9] Další podklady dle aktualizace vycházející z průběhu řešení dle pokynu vedoucího diplomové práce.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Ve vybrané obci student provede pasportizaci stávající stokové sítě, její hydraulické a technické posouzení. Na základě výsledků koncepčně navrhne řešení rekonstrukce (obnovy) stokové sítě a objektů. Práce bude zpracována jako konkrétní studie obsahující technickou zprávu, hydrotechnické výpočty a jednoduchou výkresovou dokumentaci.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Petr Hlušík, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá posouzením technického stavu stokové sítě v obci Sudice a následným doporučením sanace kanalizačních úseků a šachet.

V této práci je uvedena legislativa, která se týká dané problematiky a všeobecné informace o obci. Nachází se zde popis provedení pasportizace stokové sítě, cíle pasportizace a stávající stav stokové sítě. V práci je věnována část hydraulickému posouzení stokové sítě, kde je uveden výpočet průtoků splaškových a dešťových vod v síti a následným porovnání návrhového průtoků s kapacitním průtokem. Na základě výsledků provedené pasportizace a pořízených kamerových záznamů se provedlo vyhodnocení technického stavu kanalizačního potrubí a šachet. Práce se zabývá doporučením sanace kanalizačních úseků i šachet, u kterých se nacházejí nejzávažnější typy poruch na posuzované stokové síti. Jsou zde uvedeny výhody a nevýhody doporučených metod sanace.

Součástí práce jsou v příloze tři výkresy (celková situace, podrobná situace a hydrotechnická situace) a vzorový revizní list.

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the assessment of the technical condition of the sewer network in Sudice and the subsequent recommendation of the remediation of sewerage pipes and manhole.

In this work there is a legislation that deals with the issue and general information about the village. There is a description of the execution passportization of the sewer network, the passportization target and the current status of the sewer network. In the thesis is devoted a part of hydraulic assessment of sewerage network, where are calculations of sewage flows and rainwater flows in the network and consequent comparison of suggestion flow with the capacity flow. Based on the results of the performed passportization and acquired camera records, the technical condition of the sewer pipes and manholes was evaluated. The work deals with the recommendation of rehabilitation of sewerage pipes and manholes, where the most serious types of failures on the assessed sewer network are found. There are advantages and disadvantages of recommended remediation methods.

The thesis includes three drawings (total situation, detailed situation and hydrotechnical situation) and a sample revision sheet.

KLÍČOVÁ SLOVA

Stoková síť, pasportizace, technický stav, posouzení, sanace.

KEYWORDS

sewer system, passportisation, technical condition, assessment, rehabilitation.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Martina Krulová *Posouzení technického stavu stokové sítě v obci*. Brno, 2019. 65 s., 4 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Petr Hluštík, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Posouzení technického stavu stokové sítě v obci* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 23. 5. 2019

Martina Krulová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Posouzení technického stavu stokové sítě v obci* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 23. 5. 2019

Martina Krulová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych chtěla poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Petru Hlušíkovi, Ph.D. za jeho cenné rady, informace a věnovaný čas. Dále bych chtěla poděkovat své rodině za podporu a spolužákům za spolupráci při pasportizaci.

OBSAH

1	LEGISLATIVA A NORMY	11
1.1	Česká republika.....	11
1.1.1	Zákony	11
1.1.2	Vyhlášky	11
1.1.3	Nařízení vlády	11
1.1.4	Normy	11
1.2	Evropská unie	11
2	OBEC SUDICE	12
2.1	Vybavenost obce	13
2.2	PRVKÚK	15
2.2.1	Vodovod.....	15
2.2.2	Plynofikace.....	15
2.2.3	Kanalizace	15
2.2.4	Čistírna odpadních vod	15
2.3	Vodní recipient – Sudický potok.....	16
2.4	Geologické poměry	16
3	PASPORTIZACE STOKOVÉ SÍTĚ.....	18
3.1	Cíl pasportizace	19
3.2	Popis stávajícího stavu	20
4	HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ.....	22
4.1	Výpočet dešťových vod	22
4.2	Výpočet splaškových vod	24
4.3	Kapacitní průtok	26
4.4	Posouzení kapacitního průtoku.....	27
4.5	Shrnutí hydraulického posouzení	29
5	VYHODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU	30
5.1	Kódovací systém pro úseky	30
5.1.1	Detailní popis kódů vztahujících se ke konstrukci potrubí a kanalizačních přípojek.....	30
5.1.2	Detailní popis kódů vztahujících se k provozu potrubí a kanalizačních přípojek	31
5.1.3	Detailní popis kódů k nálezům v kanalizačních úsecích	31
5.1.4	Detailní popis k dalším kódům.....	31
5.2	Vyhodnocení kanalizačních úseků	32
5.2.1	Stavebně technický stav	32

5.2.2	Provozní stav	32
5.3	Kódovací systém pro šachty	34
5.3.1	Podrobný popis kódů ke konstrukci vstupních a revizních šachet	35
5.3.1	Podrobný popis kódů k provozu vstupních a revizních šachet.....	35
5.3.2	Podrobný popis kódů k vadám ve vstupních a revizních šachtách.....	36
5.3.3	Podrobný popis k dalším kódům	36
5.4	Vyhodnocení kanalizačních šachet	37
5.4.1	Stavebně technický stav	37
5.4.2	Provozní stav	37
5.5	Shrnutí vyhodnocení technického stavu	40
5.5.1	Shrnutí vyhodnocení kanalizačních úseků	40
5.5.2	Shrnutí vyhodnocení kanalizačních šachet.....	44
6	NÁVRH OPATŘENÍ.....	45
6.1	Sanace kanalizačních úseků	46
6.1.1	Metoda krátké vystýlky	46
6.1.2	Výkopové technologie	47
6.1.3	Opatření pro úseky do 1 roku	48
6.1.4	Opatření pro úseky do 5 let	48
6.2	Sanace kanalizačních šachet.....	49
6.2.1	Metoda KS-ASS.....	49
6.2.2	Opatření pro šachty do 1 roku	50
6.2.3	Opatření pro šachty do 5 let	50
6.3	Doporučené opatření pro obec Sudice	51
6.3.1	Návrh opatření pro kanalizační potrubí	51
6.3.2	Návrh opatření pro kanalizační šachty	53
6.4	Výhody a nevýhody doporučených technologií.....	54
7	ZÁVĚR.....	55
8	POUŽITÁ LITERATURA	57
	SEZNAM TABULEK	59
	SEZNAM OBRÁZKŮ	60
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	62
	SEZNAM PŘÍLOH.....	64
	SUMMARY	65

1 LEGISLATIVA A NORMY

V této kapitole jsou uvedeny vybrané české a evropské legislativní právní předpisy a normy týkající se řešené problematiky v této bakalářské práci. Legislativní právní předpisy jsou uvedeny ve znění pozdějších předpisů.

1.1 ČESKÁ REPUBLIKA

1.1.1 Zákony

Zákon č. 254/2001 Sb. – Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) [1]

Zákon č. 274/2001 Sb. – Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích) [2]

Zákon č. 185/2001 Sb. – Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů [3]

Zákon č. 183/2006 Sb. – Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) [4]

1.1.2 Vyhlášky

Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích) [5]

1.1.3 Nařízení vlády

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech [6]

1.1.4 Normy

ČSN 73 6005 – Prostorové uspořádání sítí technického vybavení [7]

ČSN 75 6101 – Stokové sítě a kanalizační přípojky [8]

ČSN 75 6402 – Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel [9]

ČSN 01 3463 – Výkresy inženýrských staveb – Výkresy kanalizace [10]

ČSN EN 1610 – Provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení [11]

ČSN EN 13508-2+A1 – Zjišťování a hodnocení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek – Část 2: Kódovací systém pro vizuální prohlídku [12]

1.2 EVROPSKÁ UNIE

Směrnice evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. [13]

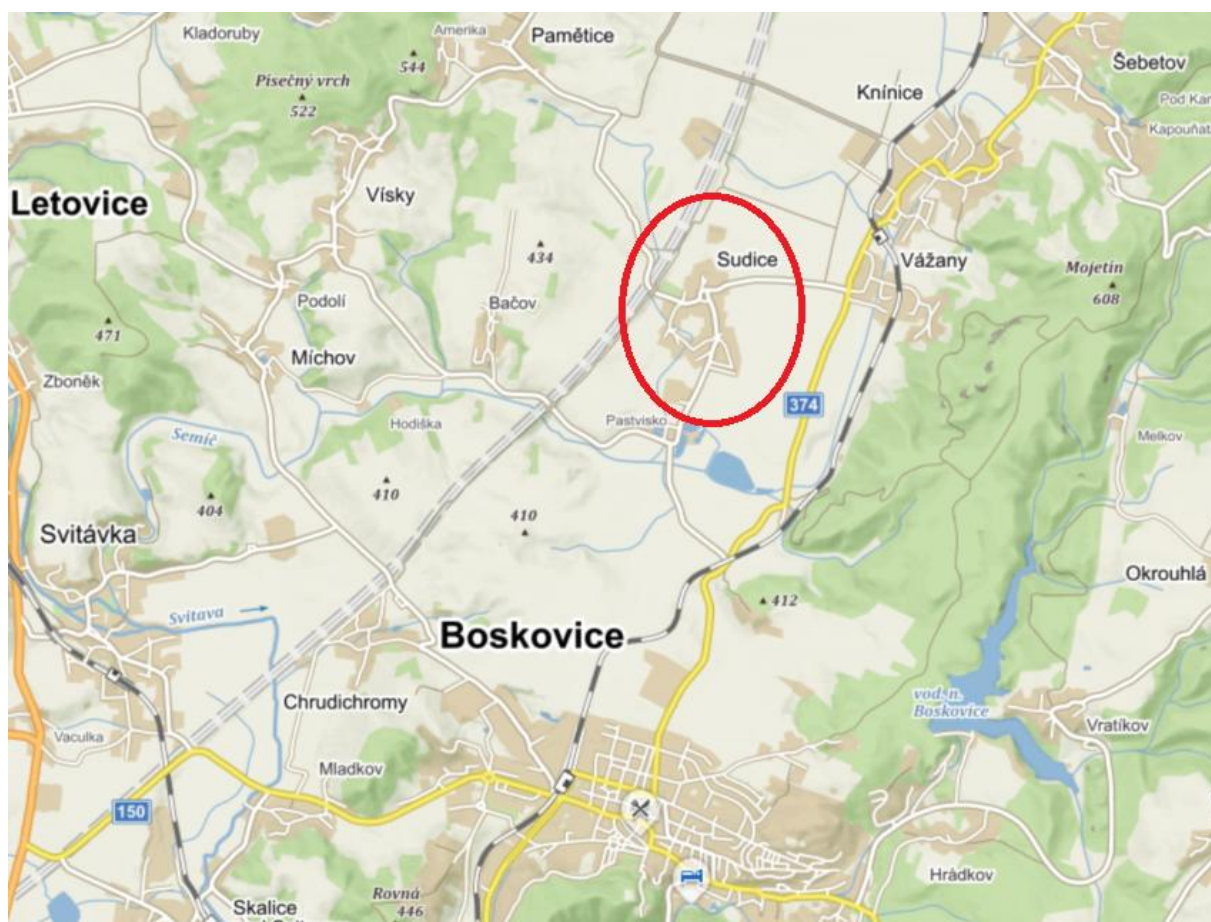
Směrnice Rady 91/271/EHS o čištění městských odpadních vod. [14]

2 OBEC SUDICE

První písemná zmínka o obci pochází z roku 1238. Vesnice má za sebou již přes 860 let historické tradice. Její jméno se poprvé objevuje v úředních listinách již v r. 1145, to je za panování českého knížete a pozdějšího krále Vladislava II. Vykopávky nasvědčují, že tato oblast byla osídlena již ve střední době kamenné. Zachované záznamy pak již naznačují, že tato obec od začátku 14. století trvale patřila pánům z Boskovic. V roce 1992 se obec osamostatnila od města Boskovic. [15]

Obec Sudice leží asi 4 km severně od města Boskovic v okrese Blansko v Jihomoravském kraji (viz. Obrázek 1). Nachází se v údolí Malá Haná na severu geomorfologického celku Boskovická brázda v oblasti Brněnské vrchoviny. Je ve správním obvodu obce s rozšířenou působností Boskovic.

Nadmořská výška obce je v rozmezí 360 až 380 m n. m. Průměrná roční teplota se pohybuje kolem 8 °C a roční úhrn srážek je okolo 600 mm. [15]



Obrázek 1 Poloha obce Sudice [16]

V obci je zajištěná pravidelná autobusová doprava. Starostkou obce je Ing. Olga Dočkalová a místostarostou obce je Josef Roupa. Obec má vlastní internetovou stránku <http://www.sudice-bk.cz/>. [17]

Zájmové organizace a spolky v Sudicích zastupuje Sbor dobrovolných hasičů a tělovýchovná jednota Sokol Sudice. [15]

2.1 VYBAVENOST OBCE

V obci žije trvale 465 obyvatel a katastrální výměra činí 541 ha. Nenachází se zde pošta ani žádné předškolní, školní a zdravotnické zařízení. [18]

ID obce: 15873

Počet částí: 1

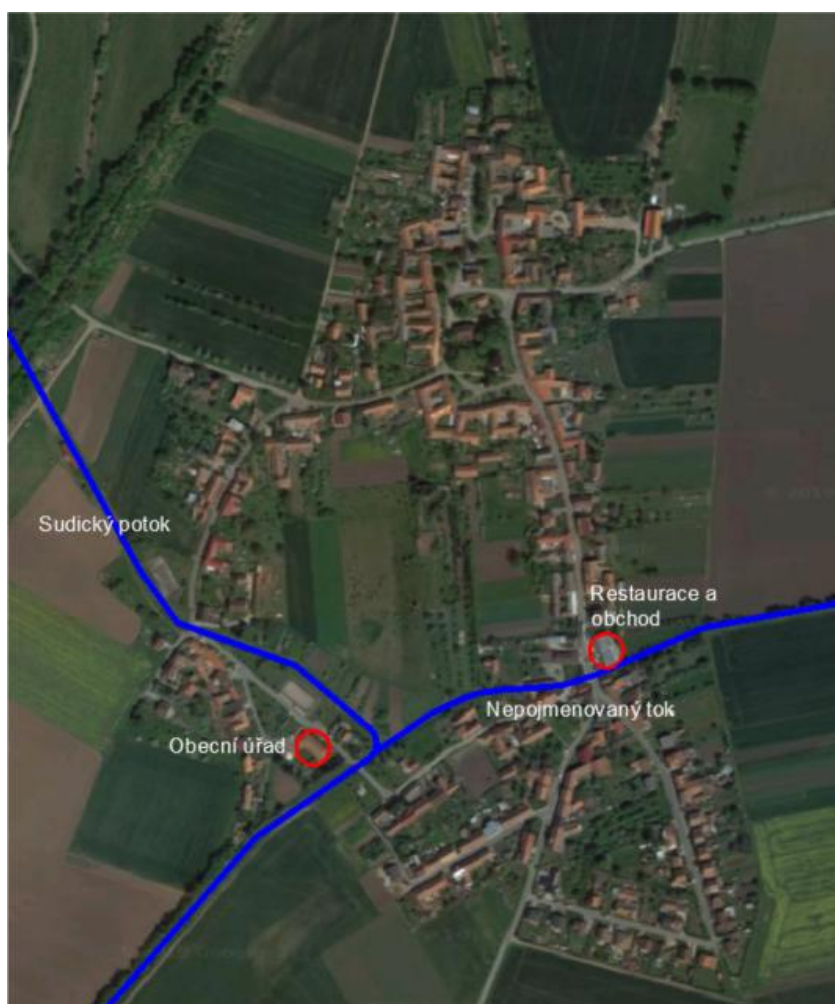
Pošta: Ne

Policie: Ne

Kanalizace: Ano

Vodovod: Ano

Plynofikace: Ano [18]



Obrázek 2 Letecký snímek obce [19]

Jsou tu zastoupeny pouze drobné podnikatelské aktivity bez významnějšího množství odpadních vod, tudíž zde máme převážně komunální odpadní vody. Nachází se tu restaurace s penzionem Nová duha a Potraviny Nová duha (umístění viz. Obrázek 2). Na obecním úřadě se nachází knihovna a na kraji obce je obecní sokolovna. Obcí je vedena místní komunikace

III/37413 ze směru obce Vážany, která se napojuje na místní komunikaci III/37414. Tato silnice vede od obce Pamětice směrem k Boskovicím a nachází se na ní most nedokončené exiteritoriální dálnice Vídeň – Vratislav také známá pod názvem Hitlerova dálnice. Směrem na jih od obce leží areál Sudický Dvůr, ve kterém je hotel, restaurace a také je tu možnost navštívení nedaleké střelnice.



Obrázek 3 Sudický Dvůr [20]

Poblíž areálu je 7 rybníků (viz. Obrázek 4), které jsou zásobovány vodou ze Sudického potoka. Tyto rybníky jsou využívány pro chov různých ryb a rekreaci.



Obrázek 4 Letecký snímek Sudického Dvora [19]

Z důvodu špatné kvality vody v potoce párkrát došlo ke kontaminaci vody v rybnících a následnému úhynu ryb, kvůli kterému došlo vlivem nízkého obsahu rozpuštěného kyslíku ve vodě a působením chemických látek ze znečištěného Sudického potoka.

2.2 PRVKÚK

V této kapitole jsou uvedeny informace z plánu rozvoje vodovodů a kanalizací Jihomoravského kraje.

2.2.1 Vodovod

Obec je zásobena pitnou vodou ze skupinového vodovodu Boskovice, jehož zdrojem pro obec Sudice je JÚ Velké Opatovice. Vodovod pro veřejnou potřebu je majetkem Svazku VAK měst a obcí Blansko, provozován společností VAS, a.s. – divize Boskovice. [21]

Odbočkou z přírodního řádu je gravitačně plněn vodojem Sudice 150 m³ s maximální hladinou 403,10 m n. m., odkud je obec gravitačně zásobena. [21]

V záloze je ještě místní zdroj – pramenní jímka s akumulací 20 m³, u které ovšem nelze zajistit PHO, neboť se nachází na náměstí a není proto využíván. Voda z akumulace byla čerpána čerpací stanicí přes vodovodní síť do vodojemu 150 m³ – mimo provoz. [21]

Vodovod je z roku 1937, 1957. [21]

2.2.2 Plynifikace

Dodávka plynu na území je zajišťována ze stávajících STL plynovodů. [21]

2.2.3 Kanalizace

Obec má vybudovanou jednotnou kanalizaci s vyústěním do Sudického potoka, na kterou je napojeno 90% obyvatel. Obec má povolení k vypouštění podle NV 82/99 Sb. Některé úseky kanalizace jsou nevyhovující (vybudované do r. 1940). [21]

Průměry potrubí se pohybují v rozmezí DN300 až DN600, v jednom úseku kde je zatrubněný potok se nachází DN900.

Provozovatel: Vodárenská akciová společnost a.s. [21]

2.2.4 Čistírna odpadních vod

V obci Sudice doposud není vybudovaná čistírna odpadních vod.

Tabulka 1 Produkce odpadních vod a znečištění [21]

		2013	2014	2015
Počet obyvatel	obyv.	466	472	476
Produkce odpadních vod	m ³ /den	50.31	50.23	50.23
BSK ₅	kg/den	23.54	23.51	23.51
NL	kg/den	21.57	21.55	21.55
CHSK	kg/den	47.07	47.01	47.01

2.3 VODNÍ RECIPIENT – SUDICKÝ POTOK

Sudický potok pramení nedaleko obce Pamětice, která se nachází asi 2,5 km severozápadně od Sudic. Protéká pouze obcí Sudice, kde se v jižní části obce na něj napojuje levostranný nepojmenovaný tok. Sudický potok je pravostranný přítok vodního toku Semíč, který se vlévá do Svitavy v nedalekém městysu Svitávka. Svitava se poté vlévá do Svratky, která se vlévá do Dyje. Nepojmenovaný tok je v obci zatrubněný v délce přibližně 200 metrů a poté přechází ve zpevněné dno.

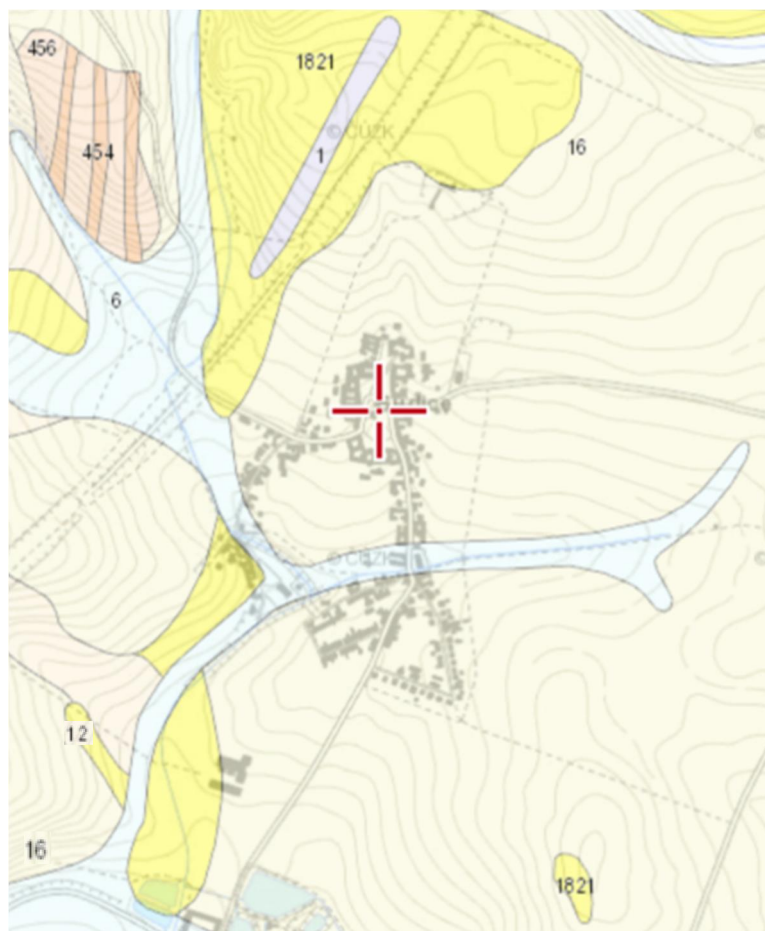
ID Sudického potoka je 10200660

Délka toku: 3,989 km

Číslo hydrologického pořadí: 4-15-02-0370-0-00

Plocha povodí: 6,19 km² [22]

2.4 GEOLOGICKÉ POMĚRY



Obrázek 5 Geologie obce [23]

V této lokalitě jsou velmi pestré geologické poměry. Sudice se nachází na území Boskovické brázdy, která je mezi Českomoravskou vrchovinou ze západní strany a Dražanskou vrchovinou z východní strany.

Legenda:

Kvartér



navážka, halda, výsypka, odval [ID: 1]

Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: holocén, Horniny: navážka, halda, výsypka, odval, Typ hornin: sediment nezpevněný, Mineralogické složení: proměnlivé, Zrnitost: různá, Barva: různá, Soustava: Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér [23]



nivní sediment [ID: 6]

Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: holocén, Horniny: hlína, písek, štěrk, Typ hornin: sediment nezpevněný, Zrnitost: hlína, písek, štěrk, Poznámka: inundovaný za vyšších vodních stavů, Soustava: Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér [23]



písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment [ID: 12]

Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Horniny: písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment, Typ hornin: sediment nezpevněný, Mineralogické složení: pestré, Zrnitost: písčito-hlinitá až hlinito-písčitá, Barva: různá, Poznámka: často polygenetické, Soustava: Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér [23]



spraš a sprašová hlína [ID: 16]

Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: pleistocén, Suboddělení: pleistocén svrchní, Horniny: spraš, sprašová hlína, Typ hornin: sediment nezpevněný, Mineralogické složení: křemen + příměsi + CaCO₃, Barva: okrová, Poznámka: místy klastická příměs, Soustava: Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér [23]

Neogén



vápnitý jíl (tégel), místy s polohami písků [ID: 1821]

Eratém: kenozoikum, Útvar: neogén, Oddělení: miocén, Suboddělení: miocén střední, Stupeň: baden, Podstupeň: baden spodní (morav), Horniny: jíl vápnitý, (písek), Typ hornin: sediment nezpevněný, Poznámka: vápnitý, podřadně s písky, Soustava: Karpaty, Oblast: karpatská předhlubeň [23]

3 PASPORTIZACE STOKOVÉ SÍTĚ

Z důvodu nedostatečných podkladů a informací o stokové síti v obci byla provedena pasportizace. Pasportizace proběhla jako součást výuky v terénu pro 3. ročník na ústavu vodního hospodářství obcí, které jsem se zúčastnila a uskutečnila se ve dnech 2. 5. – 4. 5. 2018. Byli jsme rozděleni do 3 skupinek, kde každá skupina provedla průzkum 1/3 kanalizace obce. Naše skupina měla na starost úsek stoky D a E. Do revizního listu se provedl zápis o technickém stavu stoky, či poruchách (vzorový revizní list je k nahlédnutí viz. příloha 4). Při průzkumu byly otevřeny všechny šachty v obci a pro všechny byly zpracovány revizní listy. Po dohodě se zastupitelstvem obce byly vybrány kanalizační úseky, na kterých byly pořízeny kamerové videozáznamy.

Videozáznamy byly provedeny na těchto úsecích:

Tabulka 2 Kanalizační úseky s videozáznamy

STOKA	ŠACHTY
A	Š25-Š26
	Š25-VO1
	Š30-Š29
A-1	Š24-Š41
A-2	Š30-Š31
	Š30-Š51
C	Š36-Š37
	Š68-Š69
	Š77-Š3
	Š77-Š60
C-1	Š36-Š35
C-3	Š77-Š76
C-4	Š68-Š61
D	Š12-Š11
	Š12-VO3
	Š8-Š9
	Š8-Š12
D-1-1	Š8-Š7
E	Š16-Š15
	Š16-Š17
	Š18-Š17
	Š18-Š19

Do první uvedené šachty v Tabulce 2 se spustila kamera a pohled byl namířen na druhou uvedenou šachtu. Kamerových náhledů se během pasportizace udělalo 30 % z celkové délky kanalizace.

3.1 CÍL PASPORTIZACE

Cílem pasportizace je zjištění technického stavu a přesné trasy stoky. Průzkum probíhal tak, že pomocí krumpáče se otevřel poklop šachty a do revizního listu se nejprve zapsaly obecné informace o šachtě například její číslo, rozměr, hloubku, a jestli se v ní nachází sedimentační prostor. Dále se také určil rozměr poklopu a zaznačilo se schéma přítoků, odtoků a případných přípojek v šachtě.

Zaznamenaly se také informace o materiálu a umístění poklopu, konstrukci a typu šachty, jestli se v šachtě nachází stupačky a z jakého jsou materiálu, a dále také typ kónusu, jeho výšku a průměr.

Zapotřebí bylo také zjistit materiál, DN, a funkci napojeného potrubí na šachtu. Pomocí nivelační latě se změřilo, v jaké hloubce se potrubí v šachtě nachází. Ke každé šachtě byly pořízeny 2 fotografické snímky, které se následně přidaly do revizního listu.

Použité pomůcky při průzkumu: krumpáč, nivelační lať, metr, barvicí sprej, fotoaparát, šachtová kamera.

Kamera pro průzkum kanalizace byla vybrána od českého výrobce a dodavatele ZIKMUN Electronics s.r.o. Kamerový systém se skládá z otočné kamerové hlavy RTH 112 (Obrázek 6), která byla upevněna na teleskopické tyči a osvětlení je zajištěno pomocí LED diod na kameře. Součástí výbavy byla také řídicí jednotka RJ 106 L s monitorem (Obrázek 7) a naviják na kabel KN 156E (Obrázek 8).



Obrázek 6 Kamerová hlava RTH 112 [24]



Obrázek 7 Řídicí jednotka RJ 106 L [24]



Obrázek 8 Naviják KN 156E [24]



Obrázek 9 Fotografie z výuky v terénu [zdroj: Martina Krulová]

3.2 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU

Odpadní vody jsou odváděny gravitačně. Je to jednotná, větvěná síť, která odvádí odpadní vodu výustěmi do potoka. Vyústění do potoka se nachází na 4 místech, z toho v jednom případě jde o zatrubněný potok. V zadané stokové síti se nachází betonové potrubí (BE) a plastové potrubí (PVC, PP, PE). Průměry potrubí se pohybují v rozmezí od DN 300 – DN 900 a celkově se zde nachází 3352,6 m kanalizace.

Nejdelší úsek Š12 – VO3 s délkou 103,1 m je z betonu a končí jako výust' do potoka. Nejkratší úsek 59_b – Š57 s délkou 1,2 m je také z betonu. Maximální sklon v úseku v Š69 – Š68, který je dlouhý 1,5 m je 246,7 promile. Minimální sklon 0,6 promile s délkou 35 m se nachází v úseku Š31 – Š30. Ve třech úsecích (Š34 – Š35, Š46 – Š45, Š36 – Š37) nabírá sklon záporných hodnot, což je nežádoucí z důvodu zadržování odpadní vody a případného zápachu na těchto místech.

V Tabulce 3 je uvedena délka potrubí určitého materiálu, který je zastoupen v posuzované kanalizační síti.

Tabulka 3 Přehled úseků kanalizačních sítí podle materiálu

MATERIÁL	DÉLKA [m]
BE	3000.8
PP	174.1
PVC	137.2
PE	40.5

Rozdělení stok: A, A-1, A-2, C, C-1, C-1-1, C-2 (zatrubněný potok), C-3, C-4, D, D-1, D-1-1, E, E-2, X. Jednotlivé kanalizační řady jsou barevně odlišeny v celkové situaci (viz. příloha 1).

V Tabulce 4 je uvedena délka příslušného průměru potrubí v kanalizaci.

Tabulka 4 Přehled úseků kanalizačních sítí podle DN

DN	DÉLKA [m]
300	2105.1
400	228.4
500	821.3
600	62.8
900	135

V následující Tabulce 5 je uvedena délka materiálu potrubí v jednotlivých kanalizačních řadech.

Tabulka 5 Přehled úseků kanalizačních sítí jednotlivých stok

STOKA	MATERIÁL	DÉLKA [m]
A	BE	253.2
	PVC	45.8
A-1	BE	222.9
A-2	BE	134.3
C	BE	530.4
C-1	BE	135.5
	PP	174.1
C-1-1	BE	253.1
C-2	BE	197.8
C-3	BE	178.3
C-4	BE	145.4
	PE	25.6
D	BE	305.9
D-1	BE	98.9
D-1-1	BE	81.5
E	BE	368.1
E-2	PVC	24.6
X	PVC	66.8

Jelikož pasportizace byla vykonána v období sucha, tak stoka nebyla naplněná dešťovým průtokem. Každý dešťový přítok může ovlivnit stav kanalizace a množství usazenin v ní. Při větším průtoku ve stokové síti dochází k propláchnutí kanalizace, což je prospěšné pro znečištěné úseky s usazeninami.

4 HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ

Pro hydraulické posouzení se použila zmapovaná kanalizační síť obce, která byla vytvořena v rámci pasportizace stokové sítě, a výpočty se provedly v programu Microsoft Excel.

Byl zhotoven výkres hydrotechnické situace (příloha 3) a určil se vzorový jednotkový hektar (Obrázek 10), z kterého se spočítal průměrný odtokový součinitel Ψ (viz. Tabulka 6).

4.1 VÝPOČET DEŠŤOVÝCH VOD

V hydrotechnické situaci se obec rozdělila na 56 okrsků, kde plocha každého z nich nepřesahuje 1 ha. Celková odvodňovaná plocha činí 19,01 ha.

Podle Truplových tabulek je nejbližší srážkoměrná stanice od naší lokality v Letovicích. Byla vybrána hodnota vydatnosti náhradního blokového deště $i = 124$ l/s/ha, pro dobu trvání 15 minut a periodicitě $p = 1$. [32]

Na základě jednotkového hektaru se stanovil průměrný odtokový součinitel $\Psi = 0,283$, kde výpočet je uveden v Tabulka 6.

Tabulka 6 Výpočet odtokového součinitele

Území	Barva	Plocha [ha]	Ψ	Redukovaná plocha [ha]
komunikace	šedá	0.11	0.8	0.09
budovy	červená	0.21	0.6	0.13
chodník	bílá	0.10	0.4	0.04
zeleň	zelená	0.58	0.05	0.03
$\Sigma =$		1.00	$\Psi_{\text{prům}} = 0.283$	



Obrázek 10 Jednotkový hektar

V následující Tabulce 7 je uveden výpočet dešťových vod v obci pomocí součtové metody, kde Q_{i-DV} značí průtok vody, která přiteče z plochy jednotlivého příslušného okrsku do kanalizace a Q_{DV} je celkový průtok v kanalizaci v daném okrsku v l/s.

Tabulka 7 Výpočet dešťových vod

Kanalizační okresek	Odvodňovaná plocha [ha]	Q_{i-DV} [l/s]	Q_{DV} [l/s]
1	0.99	34.74	34.74
2	0.72	25.27	60.01
3	0.09	3.16	3.16
4	0.10	3.51	6.67
5a	0.04	1.40	8.07
5	0.17	5.97	14.04
6	0.28	9.83	23.86
7	0.29	10.18	34.04
8	0.36	12.63	106.68
9	0.65	22.81	22.81
10	0.5	17.55	40.36
11	0.09	3.16	43.51
12	0.02	0.70	150.90
13	0.14	4.91	4.91
14	0.4	14.04	14.04
15	0.35	12.28	12.28
16	0.04	1.40	183.53
17	0.53	18.60	202.13
18	0.48	16.84	218.97
19	0.73	25.62	244.59
20	0.58	20.35	264.94
21	0.31	10.88	10.88
22	0.30	10.53	21.41
23	0.38	13.33	34.74
24	0.33	11.58	46.32
25	0.19	6.67	52.99
26	0.44	15.44	15.44
27	0.14	4.91	73.34
28	0.19	6.67	6.67
29	0.57	20.00	26.67
30	0.41	14.39	41.06
31	0.28	9.83	50.88
32	0.27	9.47	9.47
33	0.36	12.63	72.99
34	0.53	18.60	91.59
35	0.13	4.56	96.15
36	0.38	13.33	13.33
37	0.36	12.63	25.97
38	0.36	12.63	38.60
39	0.22	7.72	46.32

40	0.25	8.77	151.25
41	0.09	3.16	3.16
42	0.37	12.98	16.1
43	0.36	12.63	12.6
44	0.12	4.21	32.99
45	0.28	9.83	42.8
46	0.58	20.35	63.2
47	0.34	11.93	75.1
48	0.69	24.21	99.3
49	0.41	14.39	14.4
50	0.35	12.28	12.28
51	0.15	5.26	17.55
52	0.5	17.55	17.55
53	0.24	8.42	8.4
54	0.11	3.86	29.83
55	0.47	16.49	63.87

4.2 VÝPOČET SPLAŠKOVÝCH VOD

Pro výpočet splaškové vody jsme uvažovali specifickou spotřebu vody $q_{\text{spec}} = 100 \text{ l/os/den}$. Podle ČSN 75 6101 hodnota koeficientu maximální hodinové nerovnoměrnosti pro 465 obyvatel je $k_h = 2,915$. Součinitel drsnosti potrubí pro beton se zvolil $n_{\text{BE}} = 0,014$ a pro plast (PVC, PP, PE) $n_{\text{PL}} = 0,008$. Balastní vody byly ve výpočtu uvažovány jako 30%.

Ve výpočtu se v kanalizačním okrsku číslo 20 navíc přičetlo $9 \text{ m}^3/\text{den}$, protože se zde nachází restaurace s penzionem.

Sklon potrubí v příslušném kanalizačním okrsku je uveden v kapitole 4.3, Tabulka 9.

V Tabulce 8 je uveden výpočet splaškových vod. Stejně jako u dešťových vod se použila metoda součtová.

Tabulka 8 Výpočet splaškových vod

Kanal. okrsek	Šachty	Stoka	RD	PO	$Q_{24,m}$ [m ³ /den]	$Q_{h,m}$ [m ³ /hod]	Q_B [m ³ /den]	Q_i [m ³ /hod]	$Q_{\text{SPLAŠKY}}$ [m ³ /hod]	$Q_{\text{SPLAŠKY}}$ [l/s]
1	k1-Š70	C	7	21	2.1	0.255	0.630	0.114	0.114	0.032
2	Š70-Š68	C	5	15	1.5	0.182	0.450	0.081	0.195	0.054
3	k4-Š65	C-4	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	Š66-Š65	C-4	1	3	0.3	0.036	0.090	0.016	0.016	0.005
5a	Š65-Š64	C-4	1	3	0.3	0.036	0.090	0.016	0.033	0.009
5	Š64-Š63	C-4	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.033	0.009
6	Š63-Š62	C-4	1	3	0.3	0.036	0.090	0.016	0.049	0.014
7	Š62-Š68	C-4	1	3	0.3	0.036	0.090	0.016	0.065	0.018
8	Š68-Š77	C	3	9	0.9	0.109	0.270	0.049	0.309	0.086
9	Š72-Š73	C-3	4	12	1.2	0.146	0.360	0.065	0.065	0.018

10	Š73-Š75	C-3	3	9	0.9	0.109	0.270	0.049	0.114	0.032
11	Š75-Š77	C-3	1	3	0.3	0.036	0.090	0.016	0.130	0.036
12	Š77-Š3	C	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.439	0.122
13	Š2-Š3	X	3	9	0.9	0.109	0.270	0.049	0.049	0.014
14	-	-	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	Š59-Š57	-	2	6	0.6	0.073	0.180	0.033	0.033	0.009
16	Š3-Š57	C	1	3	0.3	0.036	0.090	0.016	0.536	0.149
17	Š57-Š6_b	C	3	9	0.9	0.109	0.270	0.049	0.585	0.163
18	Š6_b-Š54	C	4	12	1.2	0.146	0.360	0.065	0.650	0.181
19	Š54-Š52	C	7	21	2.1	0.255	0.630	0.114	0.764	0.212
20	Š52-Š36	C	2	6	9.6	1.166	2.880	0.520	1.284	0.357
21	Š48-Š47	C-1	4	12	1.2	0.146	0.360	0.065	0.065	0.018
22	Š47-Š44	C-1	6	18	1.8	0.219	0.540	0.098	0.163	0.045
23	Š44-Š43	C-1	3	9	0.9	0.109	0.270	0.049	0.211	0.059
24	Š43-Š42	C-1	4	12	1.2	0.146	0.360	0.065	0.276	0.077
25	Š42-Š3_b	C-1	1	3	0.3	0.036	0.090	0.016	0.293	0.081
26	Š3_b-Š36	C-1-1	2	6	0.6	0.073	0.180	0.033	0.033	0.009
27	Š33_b-Š36	C-1	3	9	0.9	0.109	0.270	0.049	0.374	0.104
28	Š48-Š49	C-1-1	1	3	0.3	0.036	0.090	0.016	0.016	0.005
29	Š49-Š50	C-1-1	7	21	2.1	0.255	0.630	0.114	0.130	0.036
30	Š50-Š51	C-1-1	4	12	1.2	0.146	0.360	0.065	0.195	0.054
31	Š51-Š30	A-2	4	12	1.2	0.146	0.360	0.065	0.260	0.072
32	Š32-Š30	A-2	4	12	1.2	0.146	0.360	0.065	0.065	0.018
33	Š30-Š29	A	3	9	0.9	0.109	0.270	0.049	0.374	0.104
34	Š29-Š27	A	8	24	2.4	0.292	0.720	0.130	0.504	0.140
35	Š27-Š25	A	1	3	0.3	0.036	0.090	0.016	0.520	0.144
36	Š38-Š39	A-1	4	12	1.2	0.146	0.360	0.065	0.065	0.018
37	Š39-Š40	A-1	3	9	0.9	0.109	0.270	0.049	0.114	0.032
38	Š40-Š41	A-1	3	9	0.9	0.109	0.270	0.049	0.163	0.045
39	Š41-Š25	A-1	3	9	0.9	0.109	0.270	0.049	0.211	0.059
40	Š25-V01	A	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.731	0.203
41	Š5-Š21	E-2	1	3	0.3	0.036	0.090	0.016	0.016	0.005
42	Š21	E	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.016	0.005
43	Š24-Š23	E	2	6	0.6	0.073	0.180	0.033	0.033	0.009
44	Š23-Š20	E	1	3	0.3	0.036	0.090	0.016	0.065	0.018
45	Š20-Š18	E	3	9	0.9	0.109	0.270	0.049	0.114	0.032
46	Š18-Š17	E	6	18	1.8	0.219	0.540	0.098	0.211	0.059
47	Š17-Š16	E	5	15	1.5	0.182	0.450	0.081	0.293	0.081
48	Š16-VO4	E	3	9	0.9	0.109	0.270	0.049	0.341	0.095
49	Š14-VO5	D	5	15	1.5	0.182	0.450	0.081	0.081	0.023
50	VO5-Š11	D	4	12	1.2	0.146	0.360	0.065	0.065	0.018
51	Š11-Š12	D	2	6	0.6	0.073	0.180	0.033	0.098	0.027
52	Š5-Š8	D-1-1	2	6	0.6	0.073	0.180	0.033	0.033	0.009
53	Š10-Š8	D-1	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
54	Š8-Š12	D-1	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.033	0.009

55	Š12-VO3	D	4	12	1.2	0.146	0.360	0.065	0.195	0.054
----	---------	---	---	----	-----	-------	-------	-------	-------	-------

Poznámka k Tabulce 8:

RD – rodinný dům, PO – počet obyvatel napojených na kanalizaci v daném úseku, $Q_{24,m}$ - denní průtok od obyvatelstva, $Q_{h,m}$ – hodinový průtok, Q_B – balastní vody, Q_i – průtok vznikající v příslušném kanalizačním okrsku, $Q_{SPLAŠKY}$ – celkový průtok v okrsku v m^3/hod a v l/s, VO – výustní objekt

4.3 KAPACITNÍ PRŮTOK

V některých případech není zjištěn sklon potrubí, proto v těchto úsecích nejsme schopni určit kapacitní průtok. Převážně se nejedná o úseky v hlavní trase, většina těchto úseků jsou buď nějaké počáteční (například vpust v příkopu), nebo se jedná o vypust do potoka.

Kanalizační okrsy nebylo možné navrhnout tak, aby byl sklon potrubí v okrsku stejný, kvůli zbytečně velkému počtu okrsků. V těchto úsecích bylo ve výpočtu kapacitního průtoku uvažováno vždy s nepříznivější variantou, to znamená s menší hodnotou sklonu potrubí. Toto řešení výpočty nijak negativně neovlivnilo.

Výpočet kapacitního průtoku je uveden v Tabulce 9.

Tabulka 9 Výpočet kapacitního průtoku v potrubí

Kanalizační okresek	DN	Materiál	Sklon [‰]	A [m ²]	O [m]	R [m]	C [m ^{0.5} /s]	v [m/s]	Q_{KAP} [m ³ /s]	Q_{KAP} [l/s]
1	500	BE	18.8	0.196	1.571	0.125	50.508	2.448	0.481	480.752
2	500	BE	10	0.196	1.571	0.125	50.508	1.786	0.351	350.624
3	300	PE	-	0.071	0.942	0.075	81.175	-	-	-
4	300	PE	29.9	0.071	0.942	0.075	81.175	3.844	0.272	271.718
5a	300	PE	25.2	0.071	0.942	0.075	81.175	3.529	0.249	249.450
5	300	BE	33.7	0.071	0.942	0.075	46.385	2.332	0.165	164.839
6	300	BE	25.2	0.071	0.942	0.075	46.385	2.017	0.143	142.543
7	300	BE	5.2	0.071	0.942	0.075	46.385	0.916	0.065	64.751
8	500	BE	16.6	0.196	1.571	0.125	50.508	2.301	0.452	451.748
9	300	BE	39	0.071	0.942	0.075	46.385	2.509	0.177	177.328
10	300	BE	15	0.071	0.942	0.075	46.385	1.556	0.110	109.974
11	300	BE	21.5	0.071	0.942	0.075	46.385	1.863	0.132	131.663
12	500	BE	28.4	0.196	1.571	0.125	50.508	3.009	0.591	590.882
13	300	PVC	10.4	0.071	0.942	0.075	81.175	2.267	0.160	160.251
15	500	BE	-	0.196	1.571	0.125	50.508	-	-	-
16	500	BE	16.2	0.196	1.571	0.125	50.508	2.273	0.446	446.272
17	500	BE	18.7	0.196	1.571	0.125	50.508	2.442	0.479	479.471
18	500	BE	18.7	0.196	1.571	0.125	50.508	2.442	0.479	479.471
19	500	BE	43.2	0.196	1.571	0.125	50.508	3.712	0.729	728.759
20	500	BE	47.3	0.196	1.571	0.125	50.508	3.884	0.763	762.557
21	300	BE	5	0.071	0.942	0.075	46.385	0.898	0.063	63.494
22	300	BE	1.5	0.071	0.942	0.075	46.385	0.492	0.035	34.777

23	300	PP	7.9	0.071	0.942	0.075	81.175	1.976	0.140	139.668
24	300	PP	45	0.071	0.942	0.075	81.175	4.716	0.333	333.342
25	300	PP	31.3	0.071	0.942	0.075	81.175	3.933	0.278	278.007
26	300	BE	-	0.071	0.942	0.075	46.385	-	-	-
27	300	BE	49.5	0.071	0.942	0.075	46.385	2.826	0.200	199.778
28	300	BE	30.1	0.071	0.942	0.075	46.385	2.204	0.156	155.786
29	300	BE	14.4	0.071	0.942	0.075	46.385	1.524	0.108	107.752
30	300	BE	7.2	0.071	0.942	0.075	46.385	1.078	0.076	76.192
31	300	BE	7.8	0.071	0.942	0.075	46.385	1.122	0.079	79.304
32	300	BE	0.6	0.071	0.942	0.075	46.385	0.311	0.022	21.995
33	300	BE	4.5	0.071	0.942	0.075	46.385	0.852	0.060	60.235
34	400	BE	2.7	0.126	1.257	0.1	48.664	0.800	0.100	100.484
35	400	BE	39.5	0.126	1.257	0.1	48.664	3.058	0.384	384.338
36	300	BE	16	0.071	0.942	0.075	46.385	1.607	0.114	113.581
37	300	BE	11.4	0.071	0.942	0.075	46.385	1.356	0.096	95.873
38	300	BE	4.6	0.071	0.942	0.075	46.385	0.862	0.061	60.901
39	300	BE	7.6	0.071	0.942	0.075	46.385	1.107	0.078	78.280
40	500	PVC	-	0.196	1.571	0.125	88.388	-	-	-
41	300	PVC	-	0.071	0.942	0.075	81.175	-	-	-
43	300	BE	10	0.071	0.942	0.075	46.385	1.270	0.090	89.794
44	300	BE	38.2	0.071	0.942	0.075	46.385	2.483	0.175	175.500
45	300	BE	27.6	0.071	0.942	0.075	46.385	2.110	0.149	149.176
46	300	BE	31.1	0.071	0.942	0.075	46.385	2.240	0.158	158.353
47	300	BE	30.1	0.071	0.942	0.075	46.385	2.204	0.156	155.786
48	300	BE	18.8	0.071	0.942	0.075	46.385	1.742	0.123	123.119
49	300	BE	-	0.071	0.942	0.075	46.385	-	-	-
50	500	BE	23	0.196	1.571	0.125	50.508	2.708	0.532	531.748
51	500	BE	31.3	0.196	1.571	0.125	50.508	3.159	0.620	620.317
52	300	BE	10.1	0.071	0.942	0.075	46.385	1.277	0.090	90.241
53	300	BE	21.6	0.071	0.942	0.075	46.385	1.867	0.132	131.969
54	300	BE	34.9	0.071	0.942	0.075	46.385	2.373	0.168	167.748
55	500	BE	-	0.196	1.571	0.125	50.508	-	-	-

4.4 POSOUZENÍ KAPACITNÍHO PRŮTOKU

V Tabulce 10 je uvedeno posouzení kapacitního průtoku s návrhovým průtokem. V našem případě je návrhový průtok ve všech úsecích průtok dešťové vody, protože množství splaškových vod je menší než 10 % množství vod dešťových v úsecích. Lze vidět, že všechny úseky vyhoví až na úsek Š30 – Š29 kanalizačního řadu stoky A, v kanalizačním okrsku 33. Průtok dešťových vod je o 13,27 l/s větší než průtok kapacitní v tomto úseku.

Tabulka 10 Posouzení návrhového a kapacitního průtoku

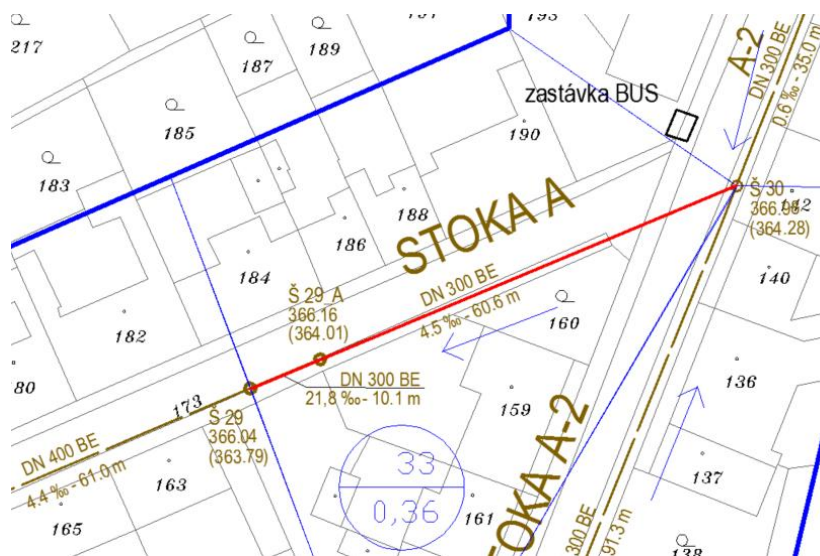
Kanal. okrsok	DN	Materiál	Sklon [‰]	Q _{DV} [l/s]	Q _{SPLAŠKY} [l/s]	Q _{SPLAŠKY} /Q _{DV} [%]	Návrhový průtok	Q _{KAP} [l/s]	Posouzení
1	500	BE	18.8	34.99	0.032	0.090	DĚŠŤ	480.75	OK

2	500	BE	10	60.43	0.054	0.090	DĚŠŤ	350.62	OK
3	300	PE	-	3.18	0.000	0.000	DĚŠŤ	-	OK
4	300	PE	29.9	6.71	0.005	0.067	DĚŠŤ	271.72	OK
5a	300	PE	25.2	8.13	0.009	0.111	DĚŠŤ	249.45	OK
5	300	BE	33.7	14.14	0.009	0.064	DĚŠŤ	164.84	OK
6	300	BE	25.2	24.03	0.014	0.056	DĚŠŤ	142.54	OK
7	300	BE	5.2	34.28	0.018	0.053	DĚŠŤ	64.75	OK
8	500	BE	16.6	107.43	0.086	0.080	DĚŠŤ	451.75	OK
9	300	BE	39	22.97	0.018	0.079	DĚŠŤ	177.33	OK
10	300	BE	15	40.64	0.032	0.078	DĚŠŤ	109.97	OK
11	300	BE	21.5	43.82	0.036	0.082	DĚŠŤ	131.66	OK
12	500	BE	28.4	151.96	0.122	0.080	DĚŠŤ	590.88	OK
13	300	PVC	10.4	4.95	0.014	0.274	DĚŠŤ	160.25	OK
15	500	BE	-	12.37	0.009	0.073	DĚŠŤ	-	OK
16	500	BE	16.2	184.83	0.149	0.081	DĚŠŤ	446.27	OK
17	500	BE	18.7	203.56	0.163	0.080	DĚŠŤ	479.47	OK
18	500	BE	18.7	220.52	0.181	0.082	DĚŠŤ	479.47	OK
19	500	BE	43.2	246.32	0.212	0.086	DĚŠŤ	728.76	OK
20	500	BE	47.3	266.82	0.357	0.134	DĚŠŤ	762.56	OK
21	300	BE	5	10.96	0.018	0.165	DĚŠŤ	63.49	OK
22	300	BE	1.5	21.56	0.045	0.209	DĚŠŤ	34.78	OK
23	300	PP	7.9	34.99	0.059	0.168	DĚŠŤ	139.67	OK
24	300	PP	45	46.65	0.077	0.164	DĚŠŤ	333.34	OK
25	300	PP	31.3	53.36	0.081	0.152	DĚŠŤ	278.01	OK
26	300	BE	-	15.55	0.009	0.058	DĚŠŤ	-	OK
27	300	BE	49.5	73.86	0.104	0.141	DĚŠŤ	199.78	OK
28	300	BE	30.1	6.71	0.005	0.067	DĚŠŤ	155.79	OK
29	300	BE	14.4	26.86	0.036	0.134	DĚŠŤ	107.75	OK
30	300	BE	7.2	41.35	0.054	0.131	DĚŠŤ	76.19	OK
31	300	BE	7.8	51.24	0.072	0.141	DĚŠŤ	79.30	OK
32	300	BE	0.6	9.54	0.018	0.189	DĚŠŤ	21.99	OK
33	300	BE	4.5	73.51	0.104	0.141	DĚŠŤ	60.24	NE
34	400	BE	2.7	92.24	0.140	0.152	DĚŠŤ	100.48	OK
35	400	BE	39.5	96.83	0.144	0.149	DĚŠŤ	384.34	OK
36	300	BE	16	13.43	0.018	0.134	DĚŠŤ	113.58	OK
37	300	BE	11.4	26.15	0.032	0.121	DĚŠŤ	95.87	OK
38	300	BE	4.6	38.87	0.045	0.116	DĚŠŤ	60.90	OK
39	300	BE	7.6	46.65	0.059	0.126	DĚŠŤ	78.28	OK
40	500	PVC	-	152.32	0.203	0.133	DĚŠŤ	-	OK
41	300	PVC	-	3.18	0.005	0.142	DĚŠŤ	-	OK
43	300	BE	10	12.72	0.009	0.071	DĚŠŤ	89.79	OK
44	300	BE	38.2	33.22	0.018	0.054	DĚŠŤ	175.50	OK

45	300	BE	27.6	43.11	0.032	0.073	DĚŠŤ	149.18	OK
46	300	BE	31.1	63.61	0.059	0.092	DĚŠŤ	158.35	OK
47	300	BE	30.1	75.63	0.081	0.107	DĚŠŤ	155.79	OK
48	300	BE	18.8	100.01	0.095	0.095	DĚŠŤ	123.12	OK
49	300	BE	-	14.49	0.023	0.156	DĚŠŤ	-	OK
50	500	BE	23	12.37	0.018	0.146	DĚŠŤ	531.75	OK
51	500	BE	31.3	17.67	0.027	0.153	DĚŠŤ	620.32	OK
52	300	BE	10.1	17.67	0.009	0.051	DĚŠŤ	90.24	OK
53	300	BE	21.6	8.48	0.000	0.000	DĚŠŤ	131.97	OK
54	300	BE	34.9	30.04	0.009	0.030	DĚŠŤ	167.75	OK
55	500	BE	-	64.32	0.054	0.084	DĚŠŤ	-	OK

4.5 SHRNUÍ HYDRAULICKÉHO POSOUZENÍ

Podle výpočtů je návrhový průtok v každém úseku průtok dešťové vody, protože množství splaškových vod v každém úseku kanalizace je menší než 10 % množství vod dešťových v tom úseku. Kapacitní průtok se tedy porovnal s průtokem dešťových vod. Ukázalo se, že všechny kanalizační úseky jsou schopny bezpečně převést množství dešťové vody, až na úsek Š30-Š29 v kanalizačním okrsku číslo 33 řadu stoky A, jak jde vidět na Obrázku 11, kde je nevyhovující úsek vyznačen červenou barvou. Jde o betonové potrubí s DN 300 a se sklonem potrubí 4,5 %.



Obrázek 11 Úsek nevyhovující na návrhový dešťový průtok

Umístění vzorového jednotkového hektaru jsem se snažila důkladně vybrat tak, aby odtokový součinitel co nejvíce odpovídal reálné situaci celé obce. Avšak kdyby bylo ve výpočtu uvažováno s nižší hodnotou odtokového součinitele o 0,048, tak by úsek na kapacitní průtok vyhověl. Kdyby bylo také uvažováno s odlišnou hodnotou odtokového součinitele pro extravilán a intravilán v obci, tak by návrhový průtok nebyl tak velký, tudíž by nedošlo k zahlcení sítě na tomto kritickém místě. To stejné platí u zvětšení profilu na DN 400. Od místních občanů nebyly zjištěny žádné problémy na síti ohledně vyplavení šachet, takže stoková síť vodu převádět stíhá.

5 VYHODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU

Vyhodnocení technického stavu kanalizace bylo provedeno z revizních listů a kamerových záznamů získané během pasportizace. Vyhodnocení se provedlo podle Normy ČSN EN 13508-2+A1 (756901) – Zjišťování a hodnocení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek - Část 2: Kódovací systém pro vizuální prohlídku.

5.1 KÓDOVACÍ SYSTÉM PRO ÚSEKY

Každý zjištěný nález se zaznamenává za použití základního kódu, který popisuje poznatky o nálezu a tyto doplňující informace: charakterizace, kvantifikace, poloha na obvodu, spoj, poloha v podélném směru, odkaz na fotodokumentaci, odkaz na videozáznam a případné poznámky. Hlavními kódy jsou popisovány jednotlivé nálezy a pro větší přehled jsou tyto kódy rozděleny do čtyř skupin, přičemž druhé písmeno udává skupinové zařazení:

- hlavní kódy vztahující se ke konstrukci stok a kanalizačních přípojek (BA ...)
- hlavní kódy vztahující se k provozu stok a kanalizačních přípojek (BB ...)
- hlavní kódy vztahující se k inventarizaci stavu (BC ...)
- další hlavní kódy (BD ...) [12]

5.1.1 Detailní popis kódů vztahujících se ke konstrukci potrubí a kanalizačních přípojek

V první části je uveden výpis kódů, které popisují poruchy konstrukce kanalizačních úseků a kanalizačních přípojek. Ke každému kódu je vypsán typ poruchy.

BAA – Deformace

BAB – Tvorba prasklin

BAC – Rozlomení/destrukce stok a kanalizačních přípojek

BAD – Poškozené zdivo

BAE – Chybějící pojivo

BAF – Poškození povrchu

BAG – Vyčnívající kanalizační přípojka

BAH – Vadné napojení kanalizační přípojky

BAI – Vyčnívající těsnící materiál potrubí

BAJ – Posunutý trubní spoj

BAK – Poškozená vnitřní výstelka nebo obložení stok, popř. kanalizačních přípojek

BAL – Chybná oprava

BAM – Vadný svar potrubí

BAN – Porézní trouba

BAO – Okolní zemina je viditelná z důvodu poškození

BAP – Dutý prostor (kaverna) je viditelný z důvodu poškození [12]

5.1.2 Detailní popis kódů vztahujících se k provozu potrubí a kanalizačních přípojek

V této kapitole se nachází kódy vztahující se k provozu kanalizačních úseků a kanalizačních přípojek.

BBA – Kořeny

BBB – Ulpívající látky

BBC – Usazeniny

BBD – Pronikající okolní zemina

BBE – Jiné překážky

BBF – Infiltrace

BBG – Exfiltrace (průnik)

BBH – Škůdci [12]

5.1.3 Detailní popis kódů k nálezům v kanalizačních úsecích

Tyto kódy se vážou k nálezům v kanalizačních úsecích, lokálním poruchám, napojením nebo k uzlům.

BCA – Napojení kanalizační přípojky

BCB – Místně lokalizovaná (bodová) oprava

BCC – Zakřivení stoky

BCD – Počáteční uzel

BCE – Koncový uzel [12]

5.1.4 Detailní popis k dalším kódům

V poslední části se popisují výjimečné případy a ojedinělé situace, které mohou nastat na stokové síti.

BDA – Všeobecný kód snímků

BDB – Obecná poznámka

BDC – Prohlídka je přerušena

BDD – Hladina vody

BDE – Přítok z kanalizační přípojky

BDF – Ovzduší ve stoce

BDG – Znemožněná prohlídka [12]

5.2 VYHODNOCENÍ KANALIZAČNÍCH ÚSEKŮ

Na vybraných kanalizačních úsecích byl zjištěn technický stav pomocí šachtové kamery. Na základě pořízených videozáznamů se úseky vyhodnotily a vybraly se nejhorší případy poruch na posuzované kanalizační síti.

Vyhodnocení proběhlo podle ČSN EN 13 508 – 2+A1.

5.2.1 Stavebně technický stav

Nejvíce se vyskytující chyby na stokové síti ze stavebně-technického hlediska jsou vyčnívající kanalizační přípojky a tvořící se praskliny potrubí. Další často se vyskytující poruchou je posunutý spoj potrubí převážně v radiálním směru, v jednom monitorovaném úseku i ve směru podélném. Na pár místech je konstrukce potrubí poškozena, což může způsobovat nežádoucí infiltraci i exfiltraci vody v potrubí. Stav kanalizace odpovídá době provozování, která činí již 80 let.

5.2.2 Provozní stav

Vyskytují se zde kanalizační úseky s usazeninami a na některých místech je poškozený povrch potrubí zvýšenou drsností vlivem biochemického působení kyselinou sírovou nad hladinou vody, což může být způsobeno například špatným odvětráváním ve stoce, agresivními látkami v odpadní vodě nebo vypouštění anaerobní vody do kanalizace ze žumpy a septiků.



Porucha v úseku Š12 – Š8:

BAE – Chybějící pojivo

BAF – Poškození povrchu – zvýšená drsnost (A), chemické působení - nad hladinou vody (C)

BAJ – Posunutý spoj potrubí – v podélném směru (A)

Obrázek 12 Kanalizační úsek mezi šachtami Š12 – Š8

Spoj potrubí je posunutý v podélném směru a chybí v něm pojivo. Povrch potrubí je poškozený zvýšenou drsností vlivem biochemického působení kyselinou sírovou nad hladinou vody.



Porucha v úseku Š12 – Š11:

BAJ – Posunutý spoj potrubí
– v podélném směru (A)

Obrázek 13 Kanalizační úsek mezi šachtami Š12 – Š11

V tomto kanalizačním úseku Š12 – Š11 jsou posunuté spoje v podélném směru, které předpokládáme po celé délce potrubí v daném úseku.



Poruchy v úseku Š25 – Š26:

BAC – Rozlomení/destrukce stok a kanalizačních přípojek – chybějící části (B)

BAO – Okolní zemina je viditelná z důvodu poškození

Obrázek 14 Kanalizační úsek mezi šachtami Š25 – Š26

Zde dochází k problému kvůli náhlé změně průměru. Okolní zemina na vrchní polovině potrubí je viditelná a jsou tam rozlomené části.



Porucha v úseku Š25 – Š41:

BAC – Rozlomení/destrukce stok a kanalizačních přípojek – chybějící části (B)

Obrázek 15 Kanalizační úsek mezi šachtami Š25 – Š41

Jak je zřejmé z Obrázku 15, tak je ve stěně potrubí na pravé vrchní straně výrazná díra.



Obrázek 16 Kanalizační úsek mezi šachtami Š30 – Š31

Tento úsek má posunutý spoj potrubí v radiálním směru a poškozený povrch potrubí zvýšenou drsností vlivem biochemického působení kyselinou sírovou nad hladinou vody.

Poruchy v úseku Š30 – Š31:

BAF – Poškození povrchu – zvýšená drsnost (A), chemické působení - nad hladinou vody (C)

BAJ – Posunutý spoj potrubí - radiální (B)



Obrázek 17 Kanalizační úsek mezi šachtami Š68 – Š70

Na vrchní straně potrubí chybí kousek stěny a z tohoto místa se táhne prasklina v podélném směru. Také jsou v tomto místě usazeniny, které se pravděpodobně při dešti uvolní a odplavou.

Poruchy v úseku Š68 – Š70:

BAB – Tvorba prasklin – v podélném směru (A)

BAC – Rozlomení/destrukce stok a kanalizačních přípojek – chybějící části (B)

BAG – Vyčnívající kanalizační přípojka

BBC – Usazeniny

5.3 KÓDOVACÍ SYSTÉM PRO ŠACHTY

Kódovací systém pro vstupní a revizní šachty je podobný kódovacímu systému pro stoky a kanalizační přípojky. Každý zjištěný nález se zaznamenává za použití základního kódu, který popisuje poznatky o nálezu a tyto doplňující informace: charakterizace, kvantifikace, poloha na obvodu, spoj, popis umístění v prostoru šachty, výškové umístění, odkaz na fotodokumentaci, odkaz na videozáznam a poznámky. Hlavními kódy jsou popisovány jednotlivé nálezy a pro větší přehled jsou tyto kódy rozděleny do čtyř skupin, přičemž druhé písmeno udává skupinové zařazení:

- kódy vztahující se ke konstrukci vstupní nebo revizní šachty (DA ...)

- kódy vztahující se k provozu vstupní nebo revizní šachty (DB ...)
- kódy vztahující se k zjištěnému stavu (DC ...)
- ostatní kódy (DD ...) [12]

5.3.1 Podrobný popis kódů ke konstrukci vstupních a revizních šachet

V této části jsou uvedeny kódy, které popisují poruchy a různé vady konstrukce vstupních a revizních šachet.

DAA – Deformace

DAB – Tvorba prasklin

DAC – Prolomení/destrukce

DAD – Poškozené zdivo

DAE – Chybějící pojivo

DAF – Poškození povrchu

DAG – Vyčnívající (přesazené) kanalizační potrubí

DAH – Vadné napojení připojeného kanalizačního potrubí

DAI – Vyčnívající těsnicí materiál

DAJ – Posunutý spoj

DAK – Poškozená vnitřní výstelka nebo obložení stok

DAL – Špatně provedená oprava

DAM – Vadný svar

DAN – Porézní stěna

DAO – Okolní zemina je vzhledem k poškození stěny viditelná

DAP – Dutý prostor (kaverna) je vzhledem k poškození stěny viditelný

DAQ – Poškozené stupadlo nebo žebřík

DAR – Poškození poklopu nebo rámu [12]

5.3.1 Podrobný popis kódů k provozu vstupních a revizních šachet

V další části se nachází kódy vztahující se k provozu vstupních a revizních šachet. Nejčastější poruchy k provozu šachet jsou různé překážky, usazeniny, kořeny, pronikání vody z šachty do okolní zeminy a infiltrace.

DBA – Kořeny

DBB – Ulpívající látky

DBC – Usazeniny

DBD – Pronikající půdní materiál

DBE – Jiné překážky

DBF – Infiltrace

DBG – Únik

DBH – Drobní škůdci [12]

5.3.2 Podrobný popis kódů k vadám ve vstupních a revizních šachtách

Tyto kódy se vážou k vadám v šachtách, objektech, zařízení a případně uvádí místní opravy.

DCA – Druh napojení

DCB – Místní oprava

DCG – Napojení stoky

DCH – Berma (manipulační lavička)

DCI – Stokový žlábek

DCJ – Bezpečnostní řetězy/nosníky

DCK – Regulace průtoku

DCL – Další odpadní potrubí procházející vstupní šachtou

DCM – Lapač nečistot (záchytný koš) pod poklopem

DCN – Usazovací (kalová) jímka ve dně šachty

DCO – Příčný průřez [12]

5.3.3 Podrobný popis k dalším kódům

V poslední části se popisují výjimečné případy a situace, které mohou nastat na kanalizační síti.

DDA – Všeobecná fotografie

DDB – Obecná poznámka

DDC – Prohlídka je přerušena

DDD – Výška hladiny vody

DDE – Přítok

DDF – Ovzduší v šachtě

DDG – Snížení viditelnosti [12]

5.4 VYHODNOCENÍ KANALIZAČNÍCH ŠACHET

Během pasportizace byly zjištěny a zaznamenány různé informace do revizních listů o kanalizačních šachtách, které jsou uvedeny v kapitole 3.1. Z revizních listů jsem vyhodnotila a vybrala nejhorší případy poruch šachet ve zkoumané kanalizační síti.

Vyhodnocení se uskutečnilo podle ČSN EN 13 508 – 2+A1.

5.4.1 Stavebně technický stav

Nejčastější případy poruch ze stavebně technického hlediska jsou převážně vyčnívající potrubí, chybějící části konstrukce šachet, trhliny a případný vznik děr. Ve většině šachet na stokové síti je absence stupaček, což tento problém pravděpodobně nastal již během výstavby. K výrazné degradaci materiálu šachty vlivem agresivity odpadní vody a plynů z ní unikajících nedochází. Všechny poklopy jsou na svém místě a žádný z nich není nijak výrazně poškozen. Kónusy jsou většinou betonové a v dobrém stavu, občas je klasický kónus nahrazen betonovými překlady.

5.4.2 Provozní stav

Závady provozního stavu jsou ty, které přímo ovlivňují správný chod kanalizace. V některých šachtách na posuzované stokové síti se nachází na dně sedimenty. Míra sedimentace však v žádné šachtě není tak vysoká, že by to ovlivňovalo průtočnost šachet. Pevné překážky, které by mohly ovlivnit průtočnost, nebyly na stokové síti nalezeny.



Poruchy v Š15:

Tvorba prasklin – **DAB** – prasklina (B)
- svislá (A)

Obrázek 18 Kanalizační šachta Š15

Na stěnách této šachty jsou vytvořené praskliny, kde jedna z nich se nachází přímo nad potrubím kanalizačního řadu (šipka vpravo na Obrázku 18). Obě dvě praskliny se nachází po celé výšce stěny šachty.



Poruchy v Š20:

Vyčnívající (přesazené) potrubí – **DAG**

Druh napojení – **DCA** – jiný druh napojení (Z)

Napojení stoky – **DCG** – Tvar příčného profilu - kruhový (A),
- potrubí vodu do šachty přivádí (A)

-

Obrázek 19 Kanalizační šachta Š20

Na Obrázku 19 jsou vidět nevhodně napojené přípojky v šachtě č. 20, které výrazně přesahují do prostoru šachty, kde výše položené potrubí je napojení z odtokového žlabu v chodníku před rodinným domem a druhé potrubí je odvod odpadní vody z nedalekého rodinného domu. Přípojky nezasahují do průtočného profilu a tak provoz kanalizace neovlivňují.



Poruchy v Š24:

Deformace – **DAA** – globální (B)

Prolomení/destrukce – **DAC** – chybějící části (B)

Pronikající půdní materiál - **DBD**

Usazeniny – **DBC** – jemný materiál (A) bahno

Obrázek 20 Kanalizační šachta Š24

Betonová skruž v koncové šachtě č. 24 je prasklá a čtvrtina skruže chybí. V této oblasti je umístěno potrubí kanalizačního řadu a napojení je nevyhovující. Ve zborcených místech jsou odpadlé části konstrukce a hlína. Na dně se nachází 10 cm sedimentu – hlíny.

Měla by se provádět pravidelná revize kanalizačních šachet a hlídat jestli nedochází ke zhoršení technického stavu. Také by se měla provádět pravidelná údržba a tím se vyhnout následným možným problémům na stokové síti, jako je například snížení průtočnosti šachty vlivem velké míry sedimentace.



Poruchy v Š40:

Vyčnívající (přesazené) potrubí – **DAG**

Druh napojení – **DCA** – jiný druh napojení (Z)

Napojení stoky – **DCG** – Tvar příčného profilu - kruhový (A),
- potrubí vodu do šachty přivádí (A)

Poškozené stupadlo nebo žebřík – **DAQ**
– zkorodované stupadlo (C)

Obrázek 21 Kanalizační šachta Š40

V této šachtě je předsazená přípojka nacházející se mezi stupadly a stupadla jsou značně zkorodovaná. Až na tyto dva menší problémy je šachta č. 40 v dobrém technickém stavu. Stěny jsou hladké, materiál šachty není degradovaný a na dně se nenachází sedimenty.



Poruchy v Š46:

Vyčnívající (přesazené) potrubí – **DAG**

Druh napojení – **DCA** – jiný druh napojení (Z)

Napojení stoky – **DCG** – Tvar příčného profilu - kruhový (A),
- potrubí vodu do šachty přivádí (A)

Deformace – **DAA** – lokální (B)

Pronikající půdní materiál - **DBD**

Obrázek 22 Kanalizační šachta Š46

Jak je vidět na Obrázku 22 je tady zdeformovaná konstrukce stěny šachty, kde dochází k drolení a opadávání částí na dno šachty. V okolí poničené části je zemina a nachází se zde předsazené potrubí a přípojka, která je poškozena. Tato šachta je v nejhorším technickém stavu ze všech šachet na posuzované stokové síti a mělo by zde být uvažováno s uskutečněním sanace v blízké době.



Obrázek 23 Kanalizační šachta Š76

Jedná se o přípojkovou šachtu, kde se nachází přesazené potrubí a usazeniny v podobě písku a bahna. Stěna šachty má odrolený povrch a jako ve většině šachet v obci zde chybějí stupačky.

Poruchy v Š76:

Vyčnívající (přesazené) potrubí – **DAG**

Druh napojení – **DCA** – přímé do
stokového žlábků (B)

Napojení stoky – **DCG** – Tvar příčného
profilu - kruhový (A),
- potrubí vodu do šachty odvádí (B)

Poškození povrchu – **DAF** – odloupení
(B)

Usazeniny – **DBC** – jemný materiál (A)
písek, bahno

5.5 SHRNUTÍ VYHODNOCENÍ TECHNICKÉHO STAVU

Na základě posouzení provedené pasportizace stokové sítě byly vybrány kanalizační úseky a šachty, u kterých by bylo potřeba provést sanaci. Nejhorší případy závad zkoumaných kanalizačních úseků jsou uvedeny v kapitole 5.2 a poruchy v kanalizačních šachtách jsou v kapitole 5.4.

5.5.1 Shrnutí vyhodnocení kanalizačních úseků

V úsecích, kde byly provedeny kamerové záznamy, se nejčastěji objevují vyčnívající přípojky, radiální posuny potrubí a poškozený povrch potrubí vlivem biochemického působení kyselinou sírovou.

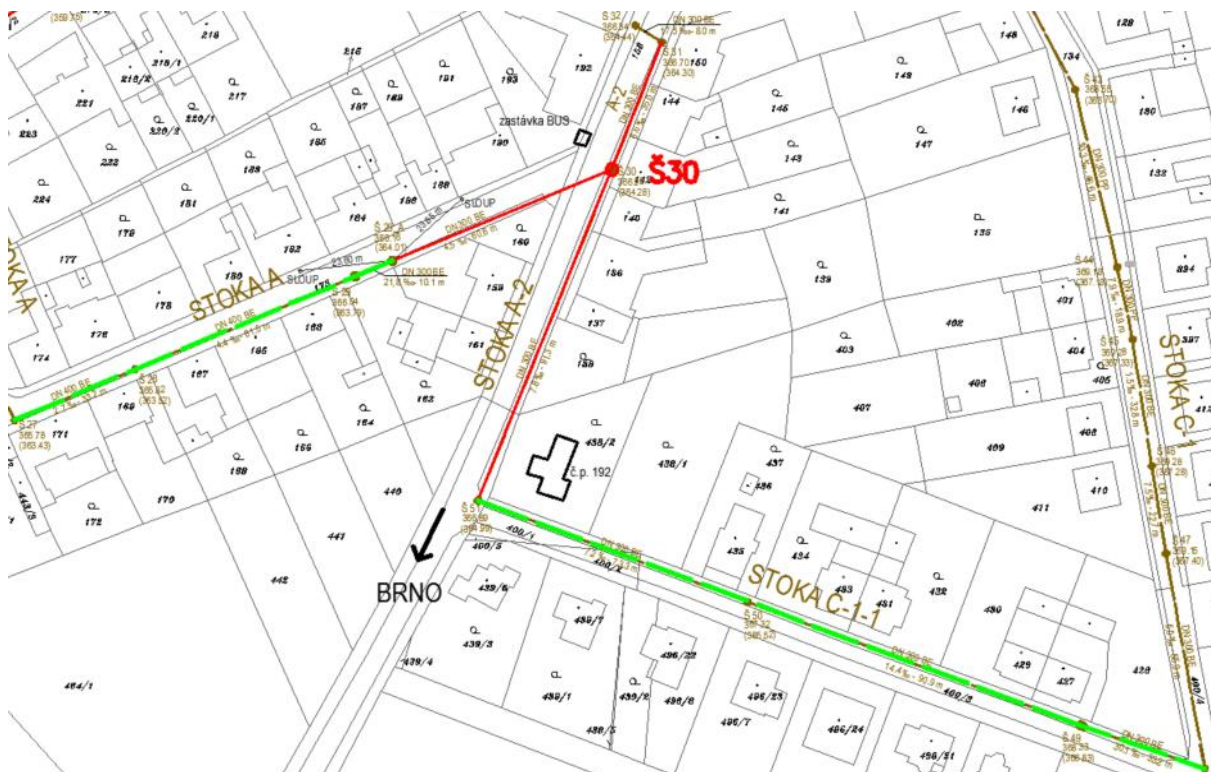
V rámci výuky v terénu byly pořízeny kamerové záznamy na stoce D (Š8, Š12), stoce E (Š16, Š18), stoce A (Š25, Š30) a stoce C (Š36, Š68, Š77). Na nejdelší stoce řadu C se kamerové záznamy udělaly jen v problémových místech, zbytek řadu jsme v rámci výuky v terénu podrobněji kamerově nezdokumentovali, protože už byl naplánovaný projekt na rekonstrukci tohoto úseku.

Pro zjištění podrobného technického stavu kanalizační sítě by bylo potřeba provést průzkum dálkově ovládaným robotem v celé délce sítě, který může objevit závažnější závady. Průzkum kanalizačních úseků pomocí šachtové kamery, která byla použita v rámci výuky v terénu, pro detailnější vyhodnocení stavu nestačí.

Díky nízkému výskytu poruch nebylo potřeba udělat výkres situace technického stavu stokové sítě. Náhradou tohoto výkresu jsou následující náhledy, kde jsou znázorněny úseky s provedenými kamerovými záznamy a na ně navazující úseky, na kterých předpokládáme stejný technický stav.

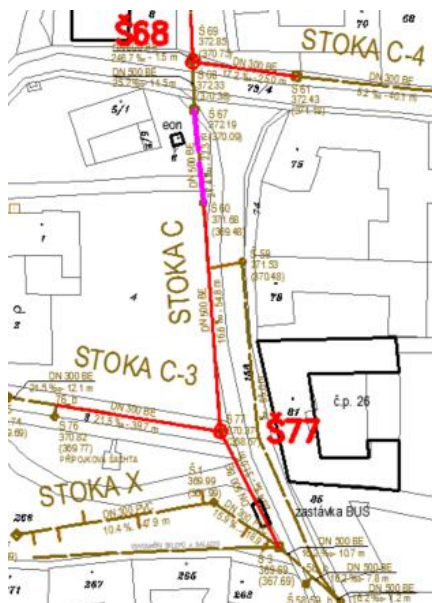
Poznámka k následujícím obrázkům:

červená barva – kamerový průzkum, zelená barva – předpoklad poškozeného povrchu vlivem koroze, fialová barva – předpoklad posunutého spoje potrubí



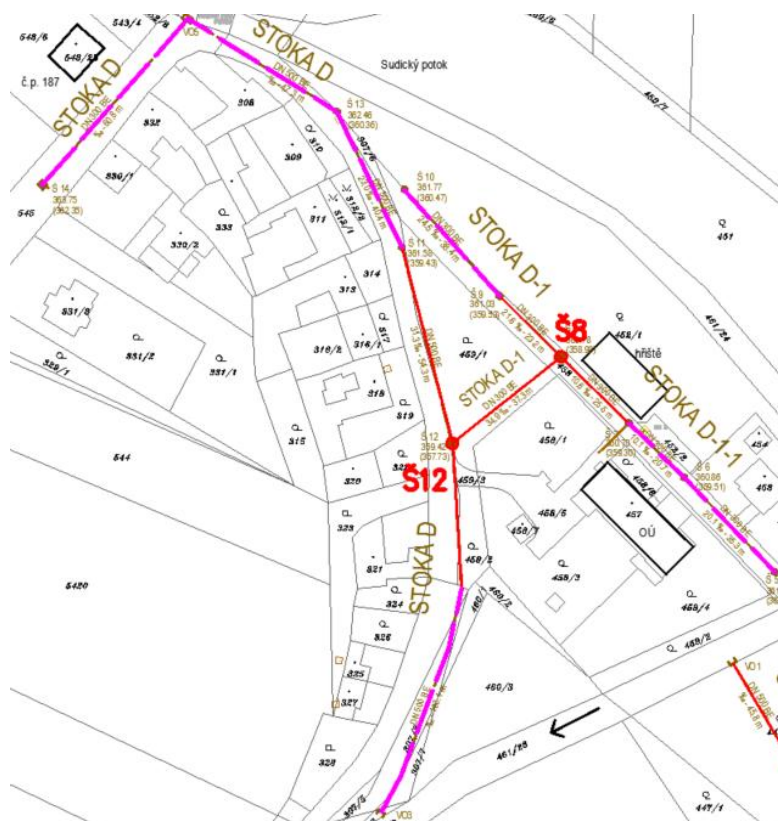
Obrázek 24 Kamerový průzkum v šachtě Š30

Byl proveden kamerový průzkum v šachtě Š30 na stoce řadu A. Pohled byl proveden všemi směry a na každém úseku je povrch potrubí poškozený vlivem biochemického působení kyseliny sírové. Na úsecích, které jsou vyznačeny zelenou barvou na Obrázku 24, předpokládáme stejný stav potrubí, tedy že povrch potrubí je také poškozen vlivem biochemické koroze.



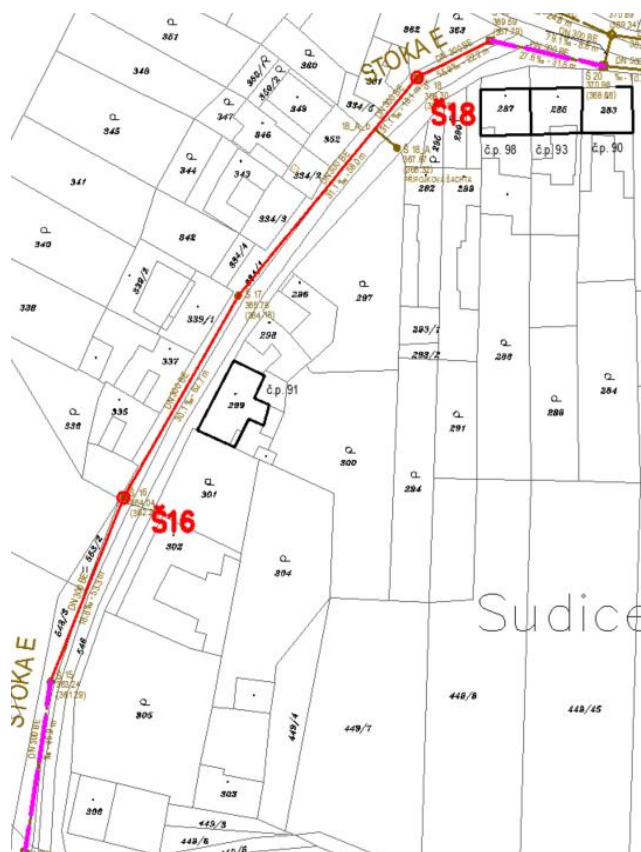
Obrázek 25 Kamerový průzkum v šachtě Š77

Byla použita kamera v šachtě Š77 na stoce C. V pohledu směrem na šachtu Š60 je posunutý spoj potrubí. Fialový úsek na Obrázku 25 značí předpoklad výskytu stejné poruchy. Stav při pohledu kamerou ostatními směry nevykazuje žádné poruchy.



Obrázek 26 Kamerový průzkum v šachtách Š8 a Š12

V této části byly provedeny průzkumy ve 2 šachtách a v každém směru byla zjištěna stejná porucha, kterou je posunutý spoj potrubí. Předpokládáme, že celá stoka řady D vykazuje stejnou poruchu. Předpoklad stejné poruchy je znázorněn fialovou barvou na Obrázku 26.



Obrázek 27 Kamerový průzkum v šachtách Š16 a Š18

U celého úseku na stoce E vyznačeným červenou barvou na Obrázku 27 je posunutý trubní spoj. Předpokládáme, že koncové úseky této stoky vykazují stejnou poruchu (fialová barva).

Na základě vyhodnocení jsou vybrány úseky (Tabulka 11), které budou potřebovat sanaci. Předpokládané úseky uvedené v této tabulce značí potrubí, které navazuje na monitorovaný úsek a je zde velká pravděpodobnost výskytu stejné poruchy jako v monitorovaném úseku.

Tabulka 11 Přehled kanalizačních úseků k sanaci

Kód	Porucha	Stoka	Monitorované úseky	Předpokládané úseky
BAC	Rozlomení/destrukce stok	A	Š25-Š26	-
	chybějící části (B)	A-1	Š25-Š41	-
		C	Š68-Š70	-
BAF		A	Š29-Š30	Š27-Š28, Š28-Š29
	Poškození povrchu -	A-2	Š30-Š31, Š30-Š51	-
	zvýšená drsnost (A)	C-1-1	-	Š48-Š49, Š49-Š50, Š50-Š51
		D-1	Š12-Š8	-
BAJ		A-2	Š30-Š31	-
		C	Š60-Š77	Š60-Š67
		D	Š11-Š12, Š12-VO3	Š11-Š13, Š13-VO5, Š14-VO5
	Posunutý spoj potrubí	D-1	Š8-Š9, Š12-Š8	Š9-Š10
		D-1-1	Š7-Š8	Š5-Š6, Š6-Š7
		E	Š15-Š16, Š16-Š17, Š17-Š18, Š18-Š19	VO4-Š15, Š19-Š20

V následující Tabulce 12 jsou vypsány délky monitorovaných a předpokládaných kanalizačních úseků s poruchami, které jsou uvedeny v Tabulce 11.

Tabulka 12 Délka kanalizačních úseků k sanaci

Stoka	Délka monitorovaného úseku [m]	Délka předpokládaného úseku[m]
A	144,3	104,3
A-1	63,2	-
A-2	126,3	-
C	56,3	22,3
C-1-1	-	197,4
E	214,3	77,4
D	89,8	216,1
D-1	60,5	38,4
D-1-1	25,5	56
Celkem	780,2	711,9

Dohromady bychom uvažovali potrubí k sanaci o celkové délce 1492,1 m, kde 780,2 m potrubí bylo zmonitorováno, a u potrubí délky 711,9 m předpokládáme stejný technický stav jako u zmonitorovaných úsecích.

5.5.2 Shrnutí vyhodnocení kanalizačních šachet

U kanalizačních šachet ve většině případech chybí stupačky a často v šachtách vyčnívají přípojky. Šachty v dobrém stavu a jenom s vyčnívajícími přípojkami, které nemají žádný negativní vliv na hydrauliku a provozování šachet, není potřeba sanovat nebo nějak opravovat. Kónusy jsou převážně v dobrém stavu a poklopy nejsou nijak výrazně poničeny.

Tabulka 13 Přehled kanalizačních šachet k sanaci

Šachta	Stoka	Kód	Porucha
Š20	E	DAG	Vyčnívající potrubí
Š24	E	DAA	Deformace
		DAC	Prolomení/destrukce
		DBC	Usazeniny
Š46	C-1	DAG	Vyčnívající potrubí
		DAA	Deformace
		DBD	Pronikající půdní materiál
Š76	C-3	DAG	Vyčnívající potrubí
		DAF	Poškození povrchu
		DBC	Usazeniny

V Tabulce 13 jsou uvedeny 4 kanalizační šachty, kde k sanaci z toho byly vybrány šachty Š24 a Š46. U vybraných zbylých šachet Š20 a Š76 bude postačit provést kontrolu technického stavu nejdéle za 5 let.

6 NÁVRH OPATŘENÍ

V této kapitole jsou uvedeny vhodné použitelné metody sanace a výsledný návrh doporučení pro řešenou obec Sudice. Na výběr máme spoustu různých metod sanace, které jsou vypsány ze začátku této kapitoly. Sanace je široký pojem a je na místě si ho specifikovat a vysvětlit.

Pojem sanace v sobě zahrnuje všechna opatření ke znovuoobnovení nebo zlepšení stávajících systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek, zahrnuje opravy, renovaci anebo obnovu stok a kanalizačních přípojek. [25]

Oprava slouží k odstranění místních závad a obvykle se používají bezvýkopové technologie. [25]

Příklady metod oprav stokových sítí a kanalizačních přípojek:

- výměna potrubí
- injektážní metoda (vnější, vnitřní)
- utěšňovací metoda (vnější, vnitřní)
- kanalizační robot
- metoda „krátké vystýlky“ [25]

Renovace je opatření ke zlepšení stávajících funkčních a provozních vlastností stok a kanalizačních přípojek při úplném nebo částečném zachování jejich původní konstrukce. Obvykle se používají bezvýkopové technologie. [25]

Rozdělení renovačních metod dle způsobu provádění na utěšňovací a vystýlací:

- metody utěšňovací (Superaqua, Supersilic)
- metody vtahování potrubí dočasně zmenšeného nebo deformovaného (Rolldown, Compact pipe, Swage Lining, U-Liner, C-Liner, Omega-Liner)
- metoda kontinuálního zatahování polyethylenového kruhové potrubí (PE relining)
- relining (zatahování) krátkými troubami
- metody zatahování flexibilního rukávce vytvrzovaného nebo lepeného na místě (Phoenix, Inpipe, Kawo, Insak, UV-Liner)
- výstelka hadic s nopy, ze segmentů, z monolitického betonu [25]

Obnova je vybudování nových stok a kanalizačních přípojek ve stávající nebo jiné trase, při zachování funkce původních stok a kanalizačních přípojek. Mohou se použít technologie výkopové i bezvýkopové. [25]

Při obnově se používají tyto metody:

- metody trhání starého potrubí a zatažení potrubí nového (Cracking, Berstlining)
- metoda frézování potrubí
- výstavba nové kanalizační sítě metodou řízeného a neřízeného vrtání [25]

Plán sanace se provádí pro 3 časové horizonty. Krátkodobé plánování je na 1 rok a provádí se pro kritické případy poruch, u kterých je potřeba zrealizovat sanaci co nejdříve. Střednědobé plánování je na 1 – 5 let a dlouhodobé plánování je na 5-20 let, kdy technický stav kanalizace není v tak špatném stavu, tudíž realizace sanace se může odložit o pár let později, ale je vhodné provádět revizi a sledovat vývoj zhoršení stavu. [25]

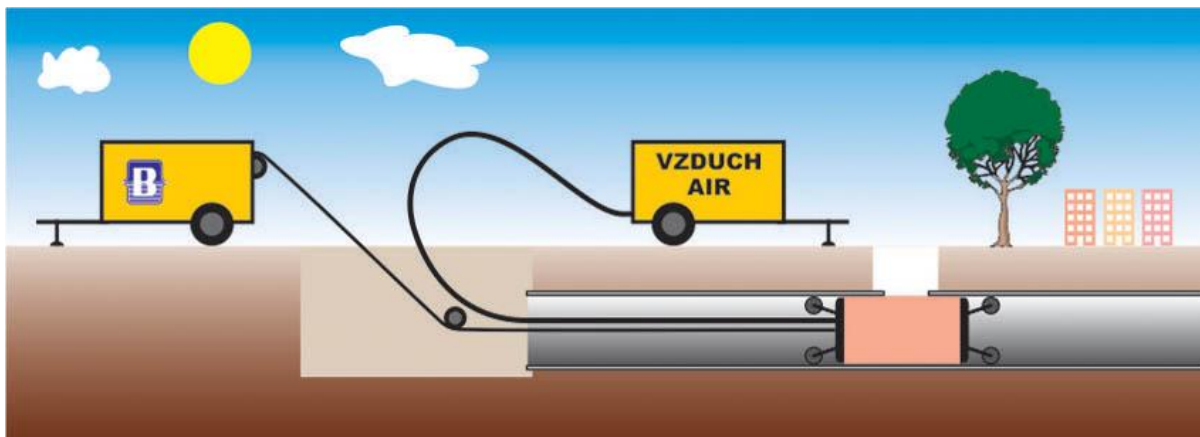
Při sanaci je nutné zachování provozuschopnosti. Jednou z možností je použití fekálního vozu a přečerpávání odpadní vody před sanovaným úsekem. Další možností je zařídit obtok neboli bypass. Pokud denní průtok odpadní vody kanalizační sítě nenabývá větších hodnot, je výhodnější volit variantu s fekálním vozem, jelikož to bude ekonomicky výhodnější.

6.1 SANACE KANALIZAČNÍCH ÚSEKŮ

V této kapitole jsou uvedeny možnosti metod sanace kanalizačního potrubí, které by bylo možné použít pro poruchy zjištěné v řešené obci. Navrhuji tyto 2 varianty:

6.1.1 Metoda krátké vystýlky

Bezvýkopová oprava kanalizace pomocí krátké vložky slouží pro lokální opravy kanalizace. Oprava je velmi rychlá a provádí se přes kanalizační šachtu. Nejprve se k poškozenému místu dopraví „packer“, na kterém je navinuta skelná textilie impregnovaná pryskyřicí. Na poškozeném místě se obvod „packeru“ následně rozšíří stlačeným vzduchem a tkanina se tlakem přitiskne na stěnu poškozeného potrubí. Po vytvrdnutí se „packer“ vypustí a vytáhne z potrubí. Krátká vložka těsně přilne k potrubí, díky čemuž jej přesně kopíruje. [25]



Obrázek 28 Metoda pomocí krátké vystýlky [27]

Metodu krátké vystýlky je vhodné použít pro:

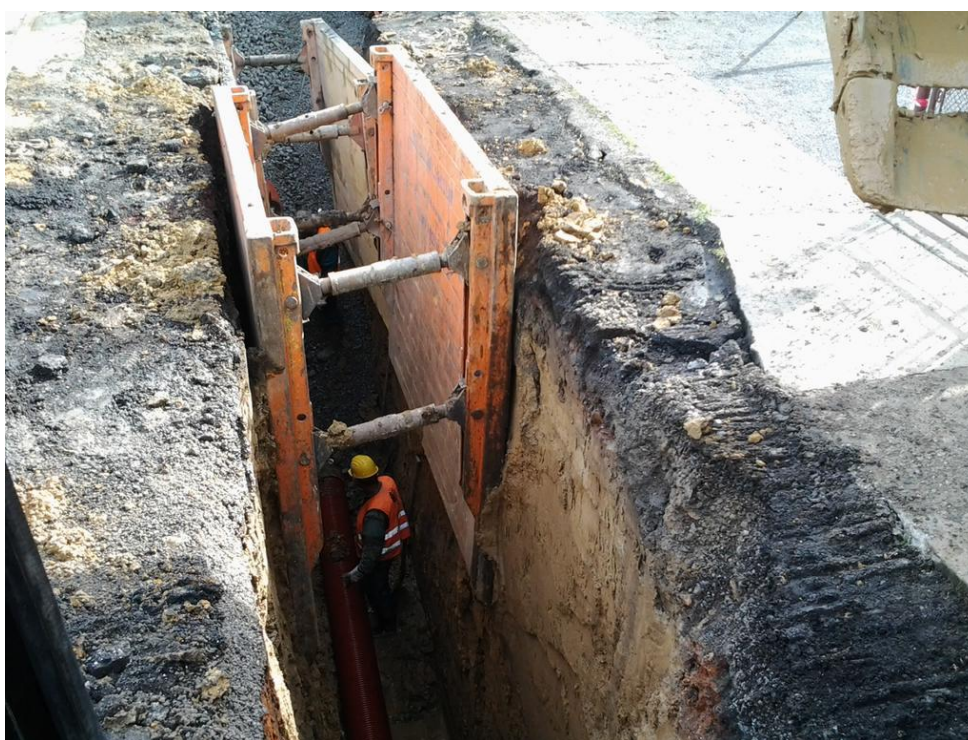
- utěsnění netěsností,
- opravy lokálních prasklin, proražení,
- zajištění potrubí proti prorůstání kořenů,
- zajištění potrubí proti průsakům vody ve spojích [26]

Tuto metodu implementují např. firmy TRASKO, a.s. [26], BROCHIER s.r.o. [27], KAWO

6.1.2 Výkopové technologie

Pokládka do otevřeného výkopu, kde je pro podsyp a obsyp potrubí použit písek, patří mezi nejstarší způsoby pokládky PE potrubí. Pískový obsyp a zásyp chrání potrubí zejména před vznikem bodového namáhání. [28]

Výkop je nutné projektovat a vyhloubit tak, aby byl dodržen předepsaný spád a hloubka dna. Stěny výkopu musí být zkosené v závislosti na odpovídající soudržnosti zeminy, nebo musí být odborně podepřeny pažením. Rýhy se svislými stěnami, které nejsou vykopány v rostlé skále nebo v zemině s podobnou soudržností jako skála se musí v každém případě opatřit pažením při hloubce nad 1,25 m. Na obou krajích svislé rýhy se nechává minimálně 50 cm široký ochranný pás. Pokud není možné šířku pásu kvůli nedostatku místa dodržet, je nutné zesílit pažení v horní části výkopu nebo zesílit rozpěr. [28]



Obrázek 29 Otevřený výkop [29]

Šířku výkopu řeší obvykle projekt v návaznosti na podmínky statického posouzení. Výkop je nejlepší dělat co nejušší, protože potrubí nejlépe podepře rostlý terén. Výkop musí být ale dostatečně široký, aby byla dodržena bezpečnost práce. Od minimální šířky výkopu je možné se odchýlit, pokud pracovníci nevstupují do výkopu. [28]

Potrubí se ve výkopu ukládá do pískového lože, kde jeho výška musí dosahovat minimálně 10 cm, v kamenitém a skalnatém podloží 15 cm. V pískovém loži nesmí být žádné ostré předměty nebo kameny. [28]

Uložené potrubí se pak postupně obsypává pískem bez kamenů. Postupné obsypávání a hutnění vrstev se provádí do výšky minimálně 30 cm nad vrchol potrubí, pak lze k zásypu použít výkopový materiál, který musí být dobře zhutnitelný. [28]

6.1.3 Opatření pro úseky do 1 roku

Pro sanaci do 1 roku jsou uvedeny vybrané 3 úseky v Tabulce 14, u kterých byla při pasportizaci zjištěna nějaká deformace nebo chybějící části stěny, což je nejzávažnější typ poškození v porovnání s ostatními poruchami na vyhodnocované stokové síti.

Tabulka 14 Kanalizační úseky pro sanaci do 1 roku

Úsek	Stoka	Kód	Porucha
Š25-Š26	A	BAC	Rozlomení/destrukce stok a kanalizačních přípojek- chybějící části (B)
Š25-Š41	A-1	BAC	Rozlomení/destrukce stok a kanalizačních přípojek- chybějící části (B)
Š68-Š70	C	BAB	Tvorba prasklin - v podélném směru (A)
		BAC	Rozlomení/destrukce stok a kanalizačních přípojek- chybějící části (B)
		BAG	Vyčnívající kanalizační přípojka
		BBC	Usazeniny

Návrh určitého typu sanace vhodného pro jednotlivé úseky jsou uvedeny v kapitole 6.3.1

6.1.4 Opatření pro úseky do 5 let

V Tabulce 15 jsou vypsány úseky, kterým by se měla věnovat pozornost a provádět u nich kontroly případného zhoršení stavu.

Tabulka 15 Kanalizační úseky pro opatření do 5 let

Úsek	Stoka	Kód	Porucha
Š27-Š28	A	BAF	Poškození povrchu - zvýšená drsnost (A)
Š28-Š29	A	BAF	Poškození povrchu - zvýšená drsnost (A)
Š29-Š30	A	BAF	Poškození povrchu - zvýšená drsnost (A)
Š30-Š31	A-2	BAF	Poškození povrchu - zvýšená drsnost (A)
		BAJ	Posunutý spoj potrubí - radiální (B)
Š30-Š51	A-2	BAF	Poškození povrchu - zvýšená drsnost (A)
Š49-Š50	C-1-1	BAF	Poškození povrchu - zvýšená drsnost (A)
Š50-Š51	C-1-1	BAF	Poškození povrchu - zvýšená drsnost (A)
Š12-Š8	D-1	BAF	Poškození povrchu - zvýšená drsnost (A)

V jedné oblasti stokové sítě v obci je povrch potrubí poškozen korozí biogenní kyselinou sírovou. Mělo by se zabránit dalšímu rozšíření koroze. Proto je potřeba provádět pravidelné kontroly a kamerové prohlídky, aby byl znám vývoj koroze. Provádět revize šachet a tím tyto prostory větrat, aby v těchto místech nedošlo k nedostatku kyslíku a následnému vzniku anaerobního prostředí, které vyvolává vznik koroze. Je potřeba kanalizaci čistit od sedimentů, snažit se o krátkou dobu zdržení odpadní vody v kanalizaci, aby voda nezapáchala. Občané by měli být poučeni, že by se zde neměly vypouštět anaerobní vody ze septiků a žump. V nejkritičtějších místech by se měl provést rozbor vody, jestli se v ní nenachází nějaké agresivní látky a popřípadě zjistit zdroj tohoto znečištění.

Jelikož se posunuté spoje potrubí nachází téměř po celé délce kanalizační sítě, tak proto pro tyto úseky žádné krátkodobé opatření v této práci nenavrhujeme. Kvůli posunutým spojům by se sanace mohla uvažovat pro celou kanalizační síť. Měla by se ovšem pravidelně provádět revize problémových úseků jestli nedochází ke zvětšování posunů a následnému ovlivnění provozu stoky. Do výhledového období je nutné s potřebnou sanací těchto úseků počítat.

6.2 SANACE KANALIZAČNÍCH ŠACHET

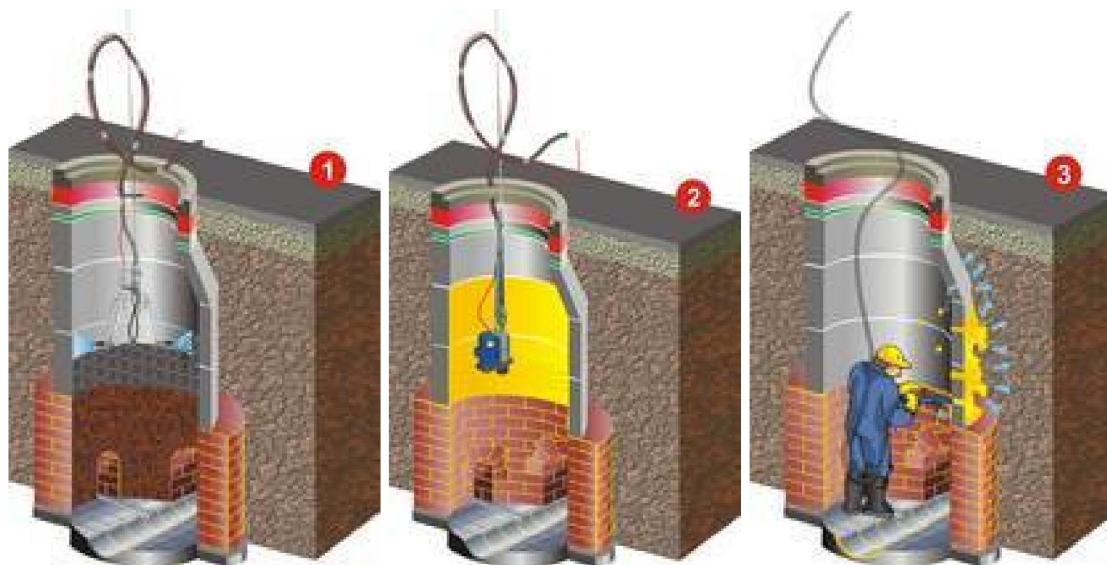
Pro šachty doporučuji sanační metodu založenou na principu provádění vystýlky šachet pomocí motoru s rotační hlavicí.

6.2.1 Metoda KS-ASS

Bezvýkopová metoda KS-ASS je používána pro sanaci zkorodovaných a netěsných šachet pomocí malty ERGELIT. Potřebná technologie je zabudována ve skříňovém přívěsu nebo ve vozidle, přizpůsobených pro práci na staveništi. [30]

Nejdříve je nutné posoudit stěny šachty. Následně se provede oprava poškozených míst a utěsní se netěsnosti pomocí injektáže, tlakového spárování nebo maltou EGERLIT. Před každou sanací je nutné provést důkladné očištění stěn šachty pomocí trysky TSSR s vysokotlakým vodním čerpadlem s provozním tlakem 385 barů. Čistící tryska je spouštěna do šachty pomocí jeřábu s výsuvným ramenem. Trysky jsou plynule nastavitelné, čímž se docílí dodržení rovnoměrné, minimální vzdálenosti k čištěnému povrchu. Výsledkem je rovnoměrné, efektivní, důkladné vyčištění, přičemž není nutné ručního dočišťování. [30]

Nanášení krycí vrstvy zajišťuje systém skládající se z odstředivé hlavice s motorem, čerpadla a míchačky, kde celý systém pracuje v automatickém režimu. Obsluha musí pouze doplňovat míchačku a čekat dokud není dosaženo naprogramované tloušťky. Druhá obsluha pomocí jeřábu pohybuje ve svislém směru s odstředivou hlavicí v šachtě. [30]



Obrázek 30 Metoda KS-ASS [30]

Obrázek 30 znázorňuje postup sanace metodou KS-ASS, kde se nejprve očistí povrch stěn šachty vysokotlakou tryskou a poté se nanese krycí vrstva pomocí odstředivé hlavice.

Při silně pronikající podzemní vodě se provede injektáž maltou EGERLIT-KBi, která zamezí průnik podzemní vody do šachty. [30]



Obrázek 31 Kanalizační šachta před sanací [30]



Obrázek 32 Kanalizační šachta po sanaci metodou KS-ASS [30]

Na Obrázku 32 lze vidět výsledek sanace pomocí metody KS-ASS.

Tato metoda se dá uplatnit jak u kruhových, tak i u čtvercových šachet DN 500 – DN 3000 a je možné ji provádět do hloubky až 15 m. [30]

Tuto technologii doporučuje firma HERMES TECHNOLOGIE s.r.o. [30]

6.2.2 Opatření pro šachty do 1 roku

Sanace do 1 roku je doporučena provádět pro nejhorší případy technického stavu. V našem případě byla určena 1 šachta Š46 nacházející se na stoce C-1, kde ve srovnání s ostatními šachtami v obci je v nejhorším technickém stavu. Poruchy v této šachtě jsou uvedeny v Tabulce 16.

Tabulka 16 Kanalizační šachty pro sanaci do 1 roku

Šachta	Stoka	Kód	Porucha
Š46	C-1	DAG	Vyčnívající potrubí
		DAA	Deformace
		DBD	Pronikající půdní materiál

6.2.3 Opatření pro šachty do 5 let

Pro sanaci do 5 let byla vybrána šachta Š24 uvedená v Tabulce 17.

Tabulka 17 Kanalizační šachty pro sanaci do 5 let

Šachta	Stoka	Kód	Porucha
Š24	E	DAA	Deformace
		DAC	Prolomení/destrukce
		DBC	Usazeniny

V Tabulce 18 jsou uvedeny dvě šachty Š20 a Š76, pro které bylo navrženo provést revizi do 5 let, a zjistit tím jestli dochází ke zhoršení technického stavu.

Tabulka 18 Kanalizační šachty pro revizi do 5 let

Šachta	Stoka	Kód	Porucha
Š20	E	DAG	Vyčnívající potrubí
Š76	C-3	DAG	Vyčnívající potrubí
		DAF	Poškození povrchu
		DBC	Usazeniny

Vyčnívající potrubí se nachází ve spoustu šachtách naší stokové sítě. Pokud to nijak neovlivňuje hydraulické podmínky a provoz, není zde potřeba řešení opravy.

6.3 DOPORUČENÉ OPATŘENÍ PRO OBEC SUDICE

Na základě vyhodnocení stokové sítě je v této kapitole uveden návrh sanace pro vybrané kanalizační úseky a šachty v obci Sudice.

6.3.1 Návrh opatření pro kanalizační potrubí

Pro úsek Š25-Š26 bych doporučila metodu výkopové technologie. Zohlednila jsem stav povrchu stávající komunikace. Na tomto místě se nenachází nový zpevněný povrch a tuto část potrubí by bylo vhodné vyměnit. Pro úseky Š25-Š41 a Š68-Š70 je vhodná sanace metodou krátké vystýlky, protože se u nich jedná pouze o lokální poruchu, tak zde není potřeba provádět sanaci po celém úseku nebo použít výkopovou technologii, což je ekonomicky výhodnější. Příslušné šachty Š25 a Š68, z kterých by se sanace úseků realizovala, jsou přístupné, takže by nemělo dojít ke komplikacím během sanace.

Tabulka 19 Přehled doporučení pro jednotlivé úseky

Úsek	Stoka	Kód	Porucha	Metoda	Délka [m]	DN [mm]
Š25-Š26	A	BAC	Rozlomení/destrukce stok a kanalizačních přípojek- chybějící části (B)	Výkopová technologie	3,0	400
Š25-Š41	A-1	BAC	Rozlomení/destrukce stok a kanalizačních přípojek- chybějící části (B)	Pomocí krátké vystýlky	1,0	300
Š68-Š70	C	BAB	Tvorba prasklin - v podélném směru (A)	Pomocí krátké vystýlky	2,0	300
		BAC	Rozlomení/destrukce stok a kanalizačních přípojek- chybějící části (B)			
		BAG	Vyčnívající kanalizační přípojka			
		BBC	Usazeniny			

Uvedené délky v Tabulce 19 jsou pouze orientační, jelikož nelze z pořízených videozáznamů exaktně určit přesnou délku. Pro závazný návrh je potřeba místo prozkoumat dálkově ovládaným robotem a tím zjistit přesný technický stav.

První z možností je, že bude potrubí sanováno bezvýkopovou metodou pomocí krátké vystýlky. Cena při použití 1 metru krátké vložky do potrubí DN 300 činí orientačně 6500 Kč bez DPH. Sanace touto metodou provádí například firma TRASKO, a.s. [26]

Cena je pouze velmi orientační a nejsou v ní zahrnuty všechny činnosti související s provedením opravy např. finance na obsluhu, dopravu, nájezd techniky, použití robota (cena za jeho použití činí zhruba 3500 Kč).

Předpokládaná orientační cena za provedení sanace bezvýkopovou metodou pomocí krátké vystýlky je uvedena v Tabulce 20.

Tabulka 20 Cenové vyhodnocení metody krátké vystýlky

DN	Délka	Cena za bm bez DPH	Cena celkem bez DPH	Cena celkem s DPH
[mm]	[m]	[Kč]	[Kč]	[Kč]
300	3,0	6500	19500	23595

Druhou variantou je metoda sanace otevřeného výkopu a výměnou potrubí. Stávající potrubí bude nahrazeno plastovým PE potrubím. Cena za pokládku 1 metru potrubí DN 300 pod asfaltovou vozovku činí 12500 Kč bez DPH. Cena prací byla stanovena dle příručky Ministerstva pro místní rozvoj – Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury. [31]

V ceně jsou započítány tyto práce:

- odstranění povrchu,
- výkop pro liniové stavby,
- pažení rýh,
- svislé přemístění výkopu,
- lože pod potrubí,
- obsypy potrubí,
- zásypy potrubí,
- obnovení krytu komunikací [31]

V ceně nejsou zahrnuty všechny činnosti související s provedením sanace, např. finance na obsluhu, dopravu, techniku.

Stávající potrubí bude nahrazeno plastovým potrubím a předpokládaná orientační cena za provedení sanace pomocí otevřeného výkopu je uvedena v Tabulce 21.

Tabulka 21 Cenové vyhodnocení výkopové technologie

DN	Délka	Cena za bm bez DPH	Cena celkem bez DPH	Cena celkem s DPH
[mm]	[m]	[Kč]	[Kč]	[Kč]
400	3,0	14550	43650	52817

6.3.2 Návrh opatření pro kanalizační šachty

Sanace kanalizačních šachet se provede pomocí metody KS-ASS za použití malty EGERLIT a budou sanovány 2 šachty Š24 a Š46.

Tabulka 22 Přehled doporučení pro jednotlivé šachty

Šachta	Stoka	Kód	Porucha	Metoda
Š24	E	DAA	Deformace	KS-ASS
		DAC	Prolomení/destrukce	
		DBC	Usazeniny	
Š46	C-1	DAG	Vyčnívající potrubí	KS-ASS
		DAA	Deformace	
		DBD	Pronikající půdní materiál	

Jednotná cena za sanaci jedné šachty metodou KS-ASS činí 4500 – 5000 Kč bez DPH. Sanace touto metodou provádí firma HERMES TECHNOLOGIE s.r.o. [30]

V ceně za tuto metodu jsou tyto práce:

- posouzení stěn,
- utěsnění netěsností, zapravení povrchu,
- čištění pomocí trysky TSSR
- povrstvení stěn šachty. [30]

V ceně nejsou zahrnuty všechny činnosti související s provedením sanace, např. finance na obsluhu, dopravu, techniku...

Předpokládaná orientační cena za provedení sanace pomocí otevřeného výkopu je uvedena v Tabulce 23.

Tabulka 23 Cenové vyhodnocení metody KS-ASS

Počet šachet	Jednotná cena bez DPH	Cena celkem bez DPH	Cena celkem s DPH
[-]	[Kč]	[Kč]	[Kč]
2	5000	10000	12100

6.4 VÝHODY A NEVÝHODY DOPORUČENÝCH TECHNOLOGIÍ

V následujících tabulkách (Tabulka 24 a Tabulka 25) je porovnání výhod a nevýhod metody krátké vystýlky a výkopové technologie.

Tabulka 24 Porovnání výhod a nevýhod metody krátké vystýlky

Metoda krátké vystýlky	
Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none">• kratší doba provedení• snadné provedení• menší dopravní omezení• cena	<ul style="list-style-type: none">• garance trvanlivosti• životnost

Tabulka 25 Porovnání výhod a nevýhod výkopové technologie

Výkopové technologie	
Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none">• nový materiál• životnost	<ul style="list-style-type: none">• náročnost• doba provedení• dopravní omezení• cena

Mezi největší výhody bezvýkopové metody krátké vystýlky je nízká cena, a také její velkou předností je snadné a rychlé provedení. Pokud se jedná o lokální poruchu, tato technologie je ideální pro její sanaci přímo v místě jejího vzniku. Jelikož se neprovádí otevřený výkop, tak nedochází k narušení stávající komunikace. Vyhýbáme se tím také sankcím za omezení dopravního provozu. Nevýhodou této metody je chybějící garance její trvanlivosti a nízká životnost z důvodu použitého materiálu.

Výkopová technologie je ve srovnání s první uvedenou metodou daleko pracnější z hlediska doby provedení a její samotné náročnosti. Provedení sanace pomocí otevřeného výkopu je také velmi finančně náročné. Když se tato metoda provádí v komunikaci, tak je potřeba zajistit buď objízdnu trasu, nebo logisticky zařídit kyvadlovou dopravou. Výhodou výkopové technologie je vyšší životnost nově položeného potrubí. Musí být však dodržen technologický postup, mocnost vrstvy a správná frakce obsypu.

7 ZÁVĚR

V rámci bakalářské práce byla provedena pasportizace stokové sítě, technické a hydraulické posouzení a následný doporučující návrh řešení sanace stokové sítě v obci Sudice.

V první části práce je vypsána legislativa týkající se daného tématu. Jsou tu uvedeny legislativní dokumenty České republiky i Evropské unie.

Na úvod jsme se seznámili s posuzovanou lokalitou. Jsou zde uvedeny všeobecné informace o obci, přiblížení lokality, její geologické poměry, základní informace o vodním toku protékající obcí a převzaté informace z PRVKÚKu (Plán rozvoje vodovodů a kanalizací území krajů České republiky).

V další části práce je popsáno, jak se prováděla a probíhala pasportizace stokové sítě, co bylo jejím cílem a jaké pomůcky byly použity. Po dohodě se zastupitelstvem obce se pořídily kamerové videozáznamy na vybraných kanalizačních úsecích. Dále je zde popsán stávající stav kanalizace, kde je také uvedeno rozdělení stokové sítě podle materiálu, průměru a délky kanalizačního potrubí. V rámci pasportizace byla vytvořena zmapovaná kanalizační síť obce, která byla použita pro posouzení.

Na základě pasportizace bylo provedeno hydraulické posouzení v programu Microsoft Excel. K výpočtu byla použita součtová metoda. Nejdříve byl spočítán průtok dešťové vody, kde pro jeho výpočet bylo zapotřebí určení jednotkového hektaru v posuzované obci, z kterého se spočítal průměrný odtokový součinitel $\psi = 0,283$. Podle Truplových tabulek byla vybrána hodnota vydatnosti náhradního blokového deště $i = 124 \text{ l/s/ha}$, pro dobu trvání 15 minut a periodicitě $p = 1$. V hydrotechnické situaci (příloha 2) se obec rozdělila na 56 okrsků a celková odvodňovaná plocha činí 19,01 ha. Pro výpočet splaškové vody se uvažovalo s hodnotou specifické spotřeby vody $q_{\text{spec}} = 100 \text{ l/os/den}$. Koeficient maximální hodinové nerovnoměrnosti pro 465 obyvatel byl zvolen 2,915. Součinitel drsnosti potrubí pro beton byl zvolen $n_{\text{BE}} = 0,014$ a pro plast (PVC, PP, PE) $n_{\text{PL}} = 0,008$. Balastní vody byly ve výpočtu uvažovány 30%.

Po stanovení výpočtů splaškové a dešťové vody se určil návrhový průtok, který se následně porovnal s kapacitním průtokem. V našem případě je návrhový průtok v každém úseku průtok dešťové vody, protože množství splaškových vod v každém úseku kanalizace je menší než 10 % množství vod dešťových v tom úseku. Téměř ve všech úsecích je kapacitní průtok větší než návrhový až na úsek Š30-Š29 v okrsku číslo 33 řadu stoky A, kde je důvodem nízký sklon potrubí. Při zvětšení profilu na DN 400 by byl kapacitní průtok vyhovující, ale od místních občanů nebyly zjištěny žádné problémy na síti ohledně vyplavení šachet, takže stoková síť vodu převádět stíhá. Proto tedy ani tento úsek nebyl zahrnut do návrhu sanace, protože se také stoková síť posoudila na extrémní srážku.

Tato bakalářská práce obsahuje posouzení technického stavu stokové sítě na základě fotografických snímků a videozáznamů získané během pasportizace. Byly vybrány nejzávažnější typy poruch v potrubí a šachtách ve srovnání s celou stokovou sítí v obci a pro ně se navrhlo doporučené opatření.

Provedením kamerových náhledů po celé stokové síti by se mohly odhalit daleko větší deformace potrubí a mohly by se tak odhalit místa na síti, které jsou problematičtější.

Následně se uvedl doporučující návrh sanace jednotlivých úseků a šachet a orientační cenové vyhodnocení. Pro sanaci kanalizačního potrubí byly vybrány 2 metody. První možností je metoda krátké vystýlky, která je vhodná pro lokální opravy a druhou možností je výměna potrubí výkopovou technologií. Pro sanaci kanalizačních šachet byla vybrána metoda založená na principu provádění vystýlky šachet pomocí motoru s rotační hlavicí.

V obci by byla potřeba vybudovat čistírnu odpadních vod, aby nadále nedocházelo ke kontaminaci vody nedalekých rybníků a následnému úhynu ryb. Také je potřeba provádět údržbu, která prodlužuje životnost stok a předchází blízkému příchodu potřeby sanace.

Celkový detailní technický stav stokové sítě v obci Sudice není znám. Kdyby se neprovedla pasportizace v rámci výuky v terénu, tak není známa ani přesná trasa stoky. Bylo by potřeba provést kamerové náhledy v celé stokové síti a tím odhalit případné problematičtější úseky. Provedení sanace by mohl zařadit provozovatel VAS, a.s. z fondu plánu financování obnovy.

Součástí bakalářské práce jsou vypracované výkresy podrobné situace (příloha 2) a hydrotechnické situace (příloha 3), které jsou v barevném provedení v měřítku 1:2000 a formátu A2. K bakalářské práci je také přiložen vzorový revizní list (příloha 4). Místo výkresu situace technického stavu stokové sítě jsou udělané náhledy na situaci, které jsou uvedeny v kapitole 5.5.1. Na stokové síti bylo poměrně málo poruch, tak díky tomu nebyla potřeba zhotovení tohoto výkresu.

8 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). In: *Sbírka zákonů*. 2001.
- [2] Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). In: *Sbírka zákonů*. 2001.
- [3] Zákon č. 185/2006 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů. In: *Sbírka zákonů*. 2001.
- [4] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). In: *Sbírka zákonů*. 2006.
- [5] Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). In: *Sbírka zákonů*. 2001.
- [6] Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech. In: *Sbírka zákonů*. 2015.
- [7] ČSN 73 6005 *Prostorové uspořádání sítí technického vybavení*, Praha: Český normalizační institut, 1994.
- [8] ČSN 75 6101 *Stokové sítě a kanalizační přípojky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [9] ČSN 75 6402 *Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel*. Praha: Český normalizační institut, 1997.
- [10] ČSN 01 3463 *Výkresy inženýrských staveb – Výkresy kanalizace*. Praha: Český normalizační institut, 1997.
- [11] ČSN EN 1610 – *Provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení*. Praha: Český normalizační institut, 1999.
- [12] ČSN EN 13508-2+A1 – *Zjišťování a hodnocení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek – Část 2: Kódovací systém pro vizuální prohlídku*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [13] *Směrnice evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky*. In: . 2000.
- [14] *Směrnice Rady 91/271/EHS o čištění městských odpadních vod*. In: . 1991.
- [15] Sudice. *MISTOPISY.CZ* [online]. [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <https://www.mistopisy.cz/pruvodce/obec/6832/sudice/>
- [16] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>

- [17] Obec Sudice. *Sudice u Boskovic* [online]. [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <http://www.sudice-bk.cz/>
- [18] Města obce. *Města obce* [online]. 1996 [cit. 2019-02-07]. Dostupné z: <http://mesta.obce.cz/zsu/vyhledat-15873.htm>
- [19] Google Maps [online]. [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <https://www.google.com/maps/>
- [20] Restaurace Sudický Dvůr. *RESTU* [online]. [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: <https://www.restu.cz/restaurace-sudicky-dvur/>
- [21] *Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Jihomoravského kraje* [online]. [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: https://www.kr-jihomoravsky.cz/archiv/ozp/PRVK_JMK/
- [22] *Hydrologický seznam podrobného členění povodí vodních toků ČR* [online]. [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: http://voda.chmi.cz/opv/doc/hydrologicky_seznam_povodi.pdf
- [23] Geologické a geovědní mapy. *Geologické mapy CZ* [online]. [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <http://www.geologicke-mapy.cz/regiony/ku-758736/#mapy-online>
- [24] *ZIKMUND Electronics* [online]. [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <http://www.e-zikmund.cz/>
- [25] RACLAVSKÝ, Jaroslav, Ladislav TUHOVČÁK a Stanislav MALANÍK. *Rekonstrukce vodohospodářských sítí: Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia*. Brno, 2006.
- [26] *TRASKO projekty a stavby* [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <http://www.trasko.cz/>
- [27] *BROCHIER s.r.o.: Bezvýkopové opravy potrubí* [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://www.brochier.cz/index.php/cs/technologie/kratke-vlozky>
- [28] PE potrubní systémy: Instalace. Wavin
- [29] *Bagry.cz* [online]. [cit. 2019-05-02]. Dostupné z: <http://bagry.cz/>
- [30] *HERMES TECHNOLOGIE* [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://www.hermes-technologie.com/cz/>
- [31] *Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury*. Brno: Ústav územního rozvoje, 2017. ISBN 978-80-87318-60-7
- [32] TRUPL, Josef. *Intensita krátkodobých dešťů v povodích Labe, Odry a Moravy*. Praha, 1958..

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Produkce odpadních vod a znečištění [21]	15
Tabulka 2 Kanalizační úseky s videozáznamy	18
Tabulka 3 Přehled úseků kanalizačních sítí podle materiálu	20
Tabulka 4 Přehled úseků kanalizačních sítí podle DN	21
Tabulka 5 Přehled úseků kanalizačních sítí jednotlivých stok	21
Tabulka 6 Výpočet odtokového součinitele	22
Tabulka 7 Výpočet dešťových vod	23
Tabulka 8 Výpočet splaškových vod	24
Tabulka 9 Výpočet kapacitního průtoku v potrubí	26
Tabulka 10 Posouzení návrhového a kapacitního průtoku	27
Tabulka 11 Přehled kanalizačních úseků k sanaci	43
Tabulka 12 Délka kanalizačních úseků k sanaci	44
Tabulka 13 Přehled kanalizačních šachet k sanaci	44
Tabulka 14 Kanalizační úseky pro sanaci do 1 roku	48
Tabulka 15 Kanalizační úseky pro opatření do 5 let	48
Tabulka 16 Kanalizační šachty pro sanaci do 1 roku	50
Tabulka 17 Kanalizační šachty pro sanaci do 5 let	50
Tabulka 18 Kanalizační šachty pro revizi do 5 let	51
Tabulka 19 Přehled doporučení pro jednotlivé úseky	51
Tabulka 20 Cenové vyhodnocení metody krátké vystýlky	52
Tabulka 21 Cenové vyhodnocení výkopové technologie	52
Tabulka 22 Přehled doporučení pro jednotlivé šachty	53
Tabulka 23 Cenové vyhodnocení metody KS-ASS	53
Tabulka 24 Porovnání výhod a nevýhod metody krátké vystýlky	54
Tabulka 25 Porovnání výhod a nevýhod výkopové technologie	54

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Poloha obce Sudice [16]	12
Obrázek 2 Letecký snímek obce [19]	13
Obrázek 3 Sudický Dvůr [20]	14
Obrázek 4 Letecký snímek Sudického Dvora [19]	14
Obrázek 5 Geologie obce [23]	16
Obrázek 6 Kamerová hlava RTH 112 [24]	19
Obrázek 7 Řídící jednotka RJ 106 L [24]	19
Obrázek 8 Naviják KN 156E [24]	19
Obrázek 9 Fotografie z výuky v terénu [zdroj: Martina Krulová]	20
Obrázek 10 Jednotkový hektar	22
Obrázek 11 Úsek nevyhovující na návrhový dešťový průtok	29
Obrázek 12 Kanalizační úsek mezi šachtami Š12 – Š8	32
Obrázek 13 Kanalizační úsek mezi šachtami Š12 – Š11	33
Obrázek 14 Kanalizační úsek mezi šachtami Š25 – Š26	33
Obrázek 15 Kanalizační úsek mezi šachtami Š25 – Š41	33
Obrázek 16 Kanalizační úsek mezi šachtami Š30 – Š31	34
Obrázek 17 Kanalizační úsek mezi šachtami Š68 – Š70	34
Obrázek 18 Kanalizační šachta Š15	37
Obrázek 19 Kanalizační šachta Š20	38
Obrázek 20 Kanalizační šachta Š24	38
Obrázek 21 Kanalizační šachta Š40	39
Obrázek 22 Kanalizační šachta Š46	39
Obrázek 23 Kanalizační šachta Š76	40
Obrázek 24 Kamerový průzkum v šachtě Š30	41
Obrázek 25 Kamerový průzkum v šachtě Š77	42
Obrázek 26 Kamerový průzkum v šachtách Š8 a Š12	42
Obrázek 27 Kamerový průzkum v šachtách Š16 a Š18	43
Obrázek 28 Metoda pomocí krátké vystýlky [27]	46
Obrázek 29 Otevřený výkop [29]	47
Obrázek 30 Metoda KS-ASS [30]	49

Obrázek 31 Kanalizační šachta před sanací [30]	50
Obrázek 32 Kanalizační šachta po sanaci metodou KS-ASS [30]	50

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Sb. ...	Sbírka zákonů
ČSN ...	Česká státní norma
č. ...	číslo
EHS ...	Evropské hospodářské společenství
ES ...	Evropské společenství
PRVKÚK ...	Plán rozvoje vodovodů a kanalizací území kraje
JÚ ...	jímací území
PHO ...	pásma hygienické ochrany
VAK ...	Vodovody a kanalizace
VAS ...	Vodárenská akciová společnost
a.s. ...	akciová společnost
s.r.o. ...	Společnost s ručením omezením
n n. m. ...	metry nad mořem
STL ...	středotlaký plynovod
NV ...	nařízení vlády
DN ...	Diameter Nominal (jmenovitá světlost potrubí)
BSK ₅ ...	biochemická spotřeba kyslíku po 5 dnech
NL ...	nerozpuštěné látky
CHSK ...	chemická spotřeba kyslíku
BE ...	beton
PVC ...	polyvinylchlorid
PP ...	polypropylen
PE ...	polyethylen
Š ...	šachta
VO ...	výustní objekt
% ...	procento
‰ ...	promile
mm ...	milimetr
m ...	metr
m ² ...	metr čtvereční

$m^3 \dots$	metr krychlový
km ...	kilometr
$km^2 \dots$	kilometr čtvereční
ha ...	hektar
l/s ...	litr za sekundu
$^{\circ}C \dots$	stupeň Celsia
$\Psi \dots$	odtokový součinitel
i ...	intenzita deště
p ...	periodicita
$\Sigma \dots$	suma
$Q_{i-DV} \dots$	dílčí dešťový průtok
$Q_{DV} \dots$	dešťový průtok
$q_{spec} \dots$	specifická spotřeba vody
$k_h \dots$	koeficient maximální hodinové nerovnoměrnosti
n ...	součinitel drsnosti
RD ...	rodinný dům
PO ...	počet obyvatel
$Q_{24,m} \dots$	24 hodinový průtok od obyvatelstva
$Q_{h,m} \dots$	hodinový průtok od obyvatelstva
$Q_B \dots$	průtok od balastních vod
$Q_i \dots$	dílčí průtok v úseku
$Q_{SPLAŠKY} \dots$	průtok splašků
A ...	plocha
O ...	obvod
R ...	hydraulický poloměr
C ...	Chézyho rychlostní součinitel
v ...	rychlost proudění
Q ...	průtok
$Q_{KAP} \dots$	kapacitní průtok
DPH ...	daň z přidané hodnoty
Kč ...	Koruna česká

SEZNAM PŘÍLOH

1. Celková situace M 1:2500
2. Podrobná situace M 1:2000
3. Hydrotechnická situace M 1:2000
4. Vzorový revizní list

SUMMARY

This bachelor thesis deals with the assessment of the technical condition of the sewer network in Sudice and the subsequent proposal of the measure.

First, this work introduces legislation that deals with the issue and general information about the village. One chapter describes the implementation passportization of the sewer network, the passportization target and the status of the sewer network. The next chapter is devoted to the hydraulic assessment of the sewer network, where are the calculations of sewage flows and rainwater flows in the network and the comparison of the design flow with the capacity flow. Based on the results of the passportization and acquired camera records from sewerage pipes, the technical condition of the sewerage pipes and manholes was evaluated. At the end of the thesis, there is a recommendation of rehabilitation of sewerage pipes and manhole, where are found the most serious types of failures on the assessed sewer network.

There would be need to build a wastewater treatment plant in the village to prevent contamination of nearby ponds and subsequent fishes death. There is also a need for maintenance that extends the life of the sewers and prevents the near need for rehabilitation.

There are three drawings in the addition (total situation, detailed situation and hydrotechnical situation) and a sample revision sheet.